XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

ISSN: 1853-6662
NÚMERO 4



INVESTIGACIONES EN FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Facultad de Agronomía y Agroindustrias
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Ing. Néstor René Ledesma
UNSE Universidad Nacional de Santiago del Estero
CODINOA Consejo de Decanos de Ingeniería del NOA

INVESTIGACIONES EN FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Trabajos sometidos a referato

Universidad Nacional de Santiago Del Estero

Rector: Ing. Héctor Rubén Paz

Vicerrectora: Mg. María Mercedes Díaz

Facultad de Agronomía y Agroindustrias

Decana: Dra. Myriam Villarreal

Vicedecana: Dra. Judith Ochoa

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías

Decano: Ing. Pedro Juvenal Basualdo

Vicedecano: Dr. Carlos Ramón Juárez

Facultad de Ciencias Forestales

Decano: Dr. Juan Carlos Medina

Vicedecana: Dra. Nancy Giannuzzo

ISSN: 1853-6662

Número 4, Año 2018, UNSE.

Comité Organizador

Presidente: Pedro J. Basualdo

Coordinación General: Andrea Cutró

Coordinación Académica: Miguel Ángel Sarmiento

Cordinación de Finanzas: María José Benac

Comité Científico

Carlos Alberto Cattaneo

Carlos Augusto Wottitz

Dr. Ing. José Luis Zacur Martinez

Eduardo Manzano

Enrique Nicolás Nieva

Franco R. Fernández

Gabriela Gladys Cardona

Hector Rodolfo Tévez

Juan Pablo Diaz

Julia Eleonora Santapaola

Karina del Valle Rondano

Liliana del Valle Medina

María Inés Sánchez Abal de Pinto

Miguel Angel Sarmiento

Mónica Beatriz Gramajo

Myriam Elizabeth Villarreal

Carlos Ramón Juárez

Norma Farfán

Ricardo Horacio Lorefice

Sandra Adriana Giunta

Silvia Beatriz Palazzi

Silvia Beatriz Rodriguez

Comité Editor

Ana Cristina Rentería Pozzato

Luis Federico Soria

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Índice

Historia de la Química: desde los primeros intentos de clasificación de los elementos químicos hasta la tabla periódica actual
Galarza, Ofelia D.; Lema, Elvira L.; Guevara, Albano, M. y Molina, Susana. 11

Estudio mecánico de órtesis pasiva de rodilla
Godoy, Andrés N.; Simonelli, Gabriela1, y Vrech, Sonia M. 19

Sistema integrado de iluminación autónomo con puerto de carga para dispositivos móviles
Fernández, Franco; Cadena Carlos; Ferreiro, Alejandro y Rigali, Silvina 26

Producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usados a escala de laboratorio en la Universidad Nacional de Salta
Castillo, Silvana; Castillo, Susana; Villanueva, Bárbara y Sola Alsina, Héctor 32

Optimización de tratamientos para retardar el pardeamiento de berenjenas (Solanum melongena) IV gama
Lemos, María L.; Gutiérrez, Diego R.; Disalvo, Aníbal1 y Rodríguez, Silvia C. 41

Anatomía del fruto de Araujia odorata “Doca". Aproximación a su caracterización físico química
Campero, Eliana V.; Barrionuevo, María J.; GómezMarigliano, Ana C.; Mercado, María I. y Ponessa, Graciela I. 49

Diseño y construcción de un colector solar de placa plana destinado a pequeños productores de Santiago del Estero
Fernández, F.; Figueroa, M. E. y Vidal, T. 56

Estudio de la implementación de desayunos en un comedor universitario
Correa, Florencia R.; Díaz, Juan I.; Lee, Liliana3; Luna, María J.; Mir, Yamila L.; Tintilay, Mayra I. y Vargas, Micaela 62

Un modelo termoquímico para el análisis de hormigones masivos en edades tempranas
Vargas Luisa R.; Quintana María V. y Albarracín Carlos M. 70

Evaluación de la calidad microbiológica de aguas residuales para uso en riego de cultivos agrícolas locales.
Zutara M. Silvina; Giunta Sandra A.; Villalovos Marisel1 y Escalante Jorge R. 78

Diseño de biorreactor para microalgas destinadas a la obtención de biodiese
Ojeda López, Luis A.; Herrera, Rodrigo; Corral, Lucrecia1 y Tereschuk, María L. 85

Crecimiento y Producción de Materia Seca de Alfalfa Inoculada en la Zona IV del Área de Riego del Dulce (Provincia de Santiago del Estero)
Robledo, Natalia E.; Galizzi, Fernando A. y Cornacchione, Mónica V. 90

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Evaluación de características acústicas e índice de transmisión de la palabra en aulas de la Universidad Nacional de Tucumán
Diaz, Walter O.; Peral, Silvia y Gómez Marigliano, Ana C. 97

Aplicación de UV-C y envasado con atmósfera modificada pasiva pueden prologar la conservación de rúcula (Eruca sativa) cortada IV gama
Gutiérrez, Diego R.; Lemos Laura1,y Rodríguez, Silvia del C. 103

Un estudio sobre la construcción del objeto personal funciones en ingresantes a las carreras de grado
Gómez, José; Cejas, Claudia y Ger, Carolina 111

Caracterización de aguas residuales
Basualdo, Daniela; Tevez, Héctory Rondano, Karina 118

Adaptación de una estufa para calefacción de un criadero de aves usando biomasa como combustible
Ludueña, Myriam E.; Corbalán, Iván; Cardozo, Ramón y Figueroa, María E. 122

El rol de la cooperación en las cadenas de valor de pequeñas y medianas empresas del Noroeste Argentino
Castillo, Silvana; Michalus, Juan Carlos y Amaya,Gonzalo 128

Cinética del secado de papas con energía solar
García, Víctor O.; Iriarte Adolfo A. y Bistoni Silvia N. 136

Modelos geopotenciales globales en el análisis isostático de estructuras
Infante, Claudia L.; Galván, Lucrecia1; Duro, Javier A.; Llanos, Melina y Orieta, Jorge 143

Influencia de la incorporación de desechos de finos de perlita en los Hormigones Autocompactantes Coloreados (HACC)
Autores: Artigas, Verónica; Cortez, Franco; Positieri, María Josefina y Quintana, María Virginia 149

Tratamiento abiótico de polietileno de baja densidad
Alonso, María S.; Madregal, Sergio O.; Escalier, Victor I.; Viturro, Carmen I.y Garzón, Luciana M. 155

Modelos de formulación de trabajos finales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy
Cruz, Enrique N.; Koeltzsch, Grit K. y González, Soledad C. 161

Método para formación de grupos de estudiantes en un ambiente de aprendizaje ubicuo
Quintana Cancinos, Fernando D. y Alvarez, Margarita M. 166

Respuesta de Prosopis alba a distinta disponibilidad hídrica generada por riego y exclusión de lluvias en plantación
Coronel, F. P.; Cisneros, A. B.; Cortes, F.; Gulotta, M. y Fernández M. E 174

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Actividad antirradicalaria y contenido polifenólico total de extractos acuosos de Solanum argentinum de Santiago del Estero
Badami, Pablo A.; Barraza, Julio D.; Hurtado Ferraté, Sara M.; Vásquez Vivas, Ana B.; Suárez, Iván E.; González, Evangelina A. 179

Datación del pino historico de San Lorenzo
Calatayu, Federico; Moglia, Juana Graciela 184

Inspección en plantas industriales. Requisitos de regulación basados en análisis de riesgo y mantenimiento
Tolabín, Edmundo; Gareca, Edith; Antequera, Teresa1; Nieto, Daniel; Janin, Marcelo 187

Implicancias socio ambientales relacionadas a la significación y valoración de temáticas alimentarias en estudiantes secundarios catamarqueños
Soria, Elvira del V. Camba, Susana del V.; Romero, Benigno N.; González, Jonathan S. ; y Romero, Patricio T. 194

Evaluación del potencial de licuefacción en depósitos de arenas fluviales del río Dulce
Schiava, Ricardo; Castellano, Juan; Sisack Novillo, Tomás; Angriman, Agustín Eduardo 201

Evaluación de la eficiencia energética en el alumbrado público
Preciado, Oscar U. y Manzano, Eduardo E. 208

Experiencia de articulación horizontal entre las asignaturas Cálculo II e Informática
Busab, Silvia E; Arias, Mirta M; Nahas, Analía E; Martín, Mariela; Jimenez, Lina. 219

Análisis comparativo de las intensidades de lluvias máximas de corta duración en estaciones de la pcia. de Sgo. del Estero
Olmos, Luis; González, Geraldine; Prieto Villaroya, Jorge; Guzmán, José; Pilan, María 227

Influencia de pre tratamientos orgánicos en la cinética del secado de manzana
Bistoni, Silvia; Romero, Evangelina; Iriarte, Adolfo; Rugani, Ana; Miranda, Emmanuel y Ramírez, Albana 234

Riesgo y confiabilidad de equipos: determinación del modo de falla de mordazas de un molino vertical de rodillos
Gareca, Edith; Tolabín, Edmundo; Antequera, Teresa y Janín, Marcelo 241

Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma que usan realidad aumentada
Rosenzvaig, Federico; Najar, Pablo; Saavedra, Emanuel; Sánchez, Carlos; Budán, Paola; Herrera, Susana; Cristina Fennema 247

Prototipo de maquina CNC, de uso didáctico, para laboratorio de electrónica
Villavicencio, Agustín A.; Moscatelli, Lucas; Fernández, Ruben; Gunther, Daniel 253

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Modelos de formulación de trabajos finales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy
Cruz, Enrique N., Koeltzsch, Grit K. y González, Soledad C. 261

El aula extendida: una experiencia innovadora en Elementos de Álgebra Lineal para las ingenierías de la FACET UNT
Plaza, Lilian N. y Barón, Patricia V. 266

Análisis preliminar del fitoplancton y variables fisicoquímicas del embalse Río Hondo
Tiberi, Agustín E.; Taboada, María de los A.; Leiva, Marta E.; Wottitz, Carlos A.; Ledesma, Ana E.4; Diodato, Liliana 272

Propuesta de descomposición genética del concepto Series de Fourier
Serrano, Gustavo; Tula, Ramiro; Herrera, Carlos Gabriel 277

La constatación de conversiones de las representaciones semióticas en el tema parábola utilizando GeoGebra
Ahumada, Hernán C.; Herrera, Carlos G.R. ; Cisterna Fernández, María I. y Dip, Hugo R. 282

Optimización del proceso de determinación de alturas elipsoidales para modelos de ondulaciones del geoide
Gutierrez, Carlos A.; Sandez, Daniel A.; Goldar, José E.; Pirola, Marcelo R. y Baigorria, Marisa A. 288

Impacto de la Evaluación Virtual en la Evaluación Presencial
Tarifa, Héctor R.; Condorí, Patricio O.; Saravia, Jaime I. y Grágeda, Adelma B. 296

Modelos de ondulaciones geoidales del área de Riego del Río Dulce, a partir de puntos nodales de la RN-Ar
Gerez, Gonzalo N.; Goldar, Jose E.; Sández, Daniel A.; Pasté, José F. y Bolañes, Víctor R. 306

Parámetros de la cinética de inactivación de lipoxigenasa de choclo durante el escaldado
Medina, Analía V.; Chaillou, Lucrecia L. y Nazareno, Mónica A. 314

Influencia del ambiente molecular en la actividad de lipoxigenasa de soja y su optimización por la metodología de superficie-respuesta
Medina, Analía V.; Chaillou, Lucrecia L. y Nazareno, Mónica A. 320

La metodología participativa como herramienta para transferencia: aportes desde la experiencia
Grimaldi, Pablo A.; Morend, Sol y Cilla, Gabriela 326

Reducción del contenido de sal en un producto curado de carne de llama
Godoy, Mónica D.; Ancasi, Edgardo G.; Gerbi, Pablo M.; Farfán, Norma B. 335

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Residuos de algarrobo y cáscara de maní en tableros de partículas
Jiménez, Paula V.; Ruiz, Agustín P.; Pan, Estela; Umlandt, Maximiliano; Brandán, Luis R., Medina, Juan C. 342

Evaluación del Crecimiento de Bulnesia sarmientoi en 2 sitios de la Región Chaqueña Argentina
Chifarelli, Vanina; Senilliani, M.G. ; Bonel, Natalia ; Bartel, Erwin M.; Calatayú, Federico; Moglia, J. Graciela 347

El proceso de intercalación de Litio en Grafito mediante simulaciones de Monte Carlo
Gavilán Arriazu, E. M.; Pinto, O.A.; López de Mishima, B.; Oviedo, O.A. y Leiva, E.P.M. 351

Degradación de poliestireno expandido por acción simultánea de luz ultravioleta y calor
Alonso, María S., Madregal, Sergio O., Escalier, Víctor I., Romero, Daiana S., Viturro, Carmen I. 355

Respuesta de Prosopis alba a distinta disponibilidad hídrica generada por riego y exclusión de lluvias en plantación
Coronel, F. P.; Cisneros, A. B.; Cortes, F.; Gulotta, M.; Fernández M. 361

Parámetros característicos de producción de un sistema fotovoltaico conectado a la red de 1,5 kWp ubicado en INTA-Catamarca
Luque, Victor., Rodriguez, Carlos., Iriarte, Adolfo., Foresi, Pedro 366

Rendimiento térmico de colector solar plano basado en tecnología Heat Pipe con diferentes fluidos de trabajo
Togo, Pablo S., Gómez Khairallah, Aníbal O., Cattaneo, Carlos A. 373

Dificultades en la interpretación del concepto Base de un Espacio Vectorial (R3,+,R,*) desde el punto de vista de la Teoría APOE.
Verón, Claudio A. , Carrazana Constán, Agustín; Herrera, Carlos G 380

Tratamientos pregerminativos en Capsicum chacoense Hunz.
Díaz, Rita A; Palacio, Manuel O; Roger, Enrique y Vecchioli, Sergio O. 386

Análisis preliminar de un CRM para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy
Villarrubia, Laura R.& Hormigo, Dante & Rico, Lía G. & Villarrubia, María F. Castro, Pablo1 & Coro, Darío & Villafañe, Juan P. & Burgos, Jesús 392

Evidencia digital móvil en el Sistema Procesal Penal: lineamientos para la elaboración de un plan de trabajo pericial
Lesca Gomez Norma B., Viaña, Graciela, Figueroa, Liliana M., Lara, Cecilia C. y Corvalán, Alfredo 400

M-learning: Aprendizaje en Diversos Niveles Educativos Usando ImaColab
Maldonado Marilena, Herrera Susana, Carranza Álvaro, Irurzun Ivana, Palavecino Rosa, Macedo Adriana y Suarez Claudia 408

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Bases de datos NoSQL orientadas a grafos: estudio de características y lenguajes de consulta
Pérez, Ricardo D. , Quispe, Jairo J.M., Sandoval, Iván L., Rodríguez, Cintia S., Cáceres, Nélida R. y Tolaba, Ana C. 418

Un estudio sobre la construcción del objeto personal funciones en ingresantes a las carreras de grado
Gómez, José, Cejas, Claudia, Ger, Carolina 426

Biodiesel por transesterificacion alcalina: Evaluación del agregado de metoxi en diferentes etapas.
García, Hernán J.; Saavedra, Raúl M.; Sánchez de Pinto, María I 432

El uso del software GeoGebra como estrategia didáctica para la enseñanza de superficies cuádricas
Rafael, Bettiana, Lima, Alejandra, Ledda, Viviana 439

Rendimiento de Redes Móviles en Circuito de Turismo Religioso de Santiago del Estero
Rocabado Sergio, Herrera Susana, Clusella Mercedes, Cheein David, Leturia Fernando, Sanchez Zuain Silvia, Trejo Saavedra Stefano 445

Modelo de un sistema de recomendación personalizado de documentos para repositorios digitales
Díaz, Fátima S., Fernández Reuter, Beatriz y Durán, Elena B. 452

Análisis de imágenes digitales para determinar cambios de tamaño de rodajas de zapallito verde durante procesos de secado
Larcher, Ledda, Gómez Kairallah, Aníbal O., Vidal, Julia Teresita, Herrera, Andrea Cecilia, Cattaneo, Carlos 457

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Historia de la Química: desde los primeros intentos de clasificación de los elementos químicos hasta la tabla periódica actual

Galarza, Ofelia D.[1]; Lema, Elvira L.[1]; Guevara, Albano, M.[2] y Molina, Susana.[1]

(1) Centro de Estudio de Historia de la Ciencia. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca.
doritagalarza.163@gmail.com

(2) Alumno de la Carrera Licenciatura en Química. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca.

RESUMEN: Los químicos del siglo XIX suponían la existencia de familias de elementos que compartían propiedades y semejanzas entre sí, intuyéndose que debía existir una ley natural que tendiese a agrupar y relacionar con lógica a los elementos.
En este contexto, lo que se pretende es exponer la evolución de la tabla periódica en la Historia de la Química, partiendo del primer ordenamiento de elementos realizado por Döbereiner, hasta la actualidad. La metodología empleada es de carácter cualitativo. Los resultados obtenidos muestran que, a partir del año 1817, con el aporte de Johann Wolfgang Döbereiner, se comenzó a pensar en la similitud de las propiedades fisicoquímicas de los elementos y la relación entre las propiedades y alguna característica atómica como la masa atómica. En ese sentido fueron numerosos los aportes para llegar a la conformación de la tabla periódica actual, cuya última incorporación se realizó el 5 de enero del año 2016, cuando la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) anuncia que la tabla periódica tiene cuatro nuevos elementos y que si bien aún no tienen nombre, si tienen número atómico: 113, 115, 117 y 118. Finalmente el 30 de noviembre de 2016, la IUPAC valida sus nombres definitivos, que son: Nihonio, Moscovio, Téneso y Oganesón. La tabla periódica, por lo tanto, completa así su período 7.

ABSTRACT: The chemists of the nineteenth century supposed the existence of families of elements that shared properties and similarities among themselves, implying that there must be a natural law that aims to group and relate elements logically.
In this context, what is intended is to expose the evolution of the periodic table in the History of Chemistry, starting from the first arrangement of elements made by Döbereiner, up to the present. The methodology used is of a qualitative nature. The results show that, from the year 1817, with the contribution of Johann Wolfgang Döbereiner, was began to think about the similarity of the physicochemical properties of the elements and the relationship between the properties and some atomic characteristics such as the atomic mass. In this sense, numerous contributions were made to reach the conformation of the current periodic table, whose last incorporation was made on January 5, 2016, when the International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) announced that the periodic table has four new elements and that even if they do not have a name yet, they do have an atomic number: 113, 115, 117 and 118. Finally, on November 30, 2016, IUPAC validates their definitive names, which are: Nihonio, Muscovio, Téneso and Oganesón. The periodic table, therefore, completes its 7th period.

Palabras claves: Historia de la Química -Tabla periódica – evolución

Keywords: History of Chemistry – Periodic Table – Evolution

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo forma parte de un avance del proyecto de investigación: Análisis de las ideas y procesos químicos del siglo XIX. En esta instancia se pretende exponer la evolución de la tabla periódica en la Historia de la Química, partiendo del primer ordenamiento de elementos realizado por Döbereiner, hasta la actualidad.

A principios del siglo XIX, se conocían la suficiente cantidad de elementos y compuestos como para que fuese necesario hacer una clasificación con el fin de facilitar su comprensión y estudio.

Desde el principio se supo de la existencia de familias de elementos que compartían propiedades y semejanzas entre sí, intuyéndose que debía existir una ley natural que tendiese a agrupar y relacionar con lógica a los elementos. La búsqueda de esta ley está llena de intentos, todos ellos basados generalmente en dos criterios fundamentales: La similitud de las propiedades fisicoquímicas de los elementos y la relación entre las propiedades y alguna característica atómica como la masa atómica (Mieli, 1947).

2 METODOLOGÍA

La metodología empleada es de carácter cualitativo con privilegio de la técnica de análisis de contenido. La selección de casos en estudio implicará el trabajo en un determinado Universo: La evolución de la tabla periódica en la historia de la química.

Se realiza un muestreo teórico con procesos progresivos y secuenciales de ampliación o reducción de la muestra según las categorías teóricas emergentes. Se utilizan técnicas de obtención y análisis de la información que comprometen el estudio de fuentes bibliográficas secundarias y terciarias.

Las fuentes bibliográficas son rastreadas e inventariadas y consisten en publicaciones y textos clásicos de Historia de la Química, una vez seleccionadas las fuentes bibliográficas se procede a clasificarlas, teniendo en cuenta la pertinencia para los propósitos de la investigación.

En este punto se lee en profundidad el contenido de los documentos seleccionados, para extraer elementos de análisis y consignarlos en notas marginales que registren los patrones, tendencias, convergencias y contradicciones que se van descubriendo.

Finalmente se leen en forma cruzada y comparativa los documentos en cuestión, ya no sobre la totalidad del contenido de cada uno, sino sobre los descubrimientos previamente realizados, a fin de construir una síntesis comprensiva total, sobre la realidad analizada.

Para ordenar el análisis se establecen, definen y codifican cuatro categorías de análisis: Los primeros intentos de clasificación de los elementos químicos; La Taba Periódica: Meyer y Mendeleev; Los aportes posteriores a la Tabla Periódica de Mendeleev; La Tabla Periódica actual.

3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para una discusión más ordenada, la misma se realiza en función de cuatro categorías de análisis: Los primeros intentos de clasificación de los elementos químicos; La Taba Periódica: Meyer y Mendeleev; Los aportes posteriores a la Tabla Periódica de Mendeleev; La Tabla Periódica actual.

3.1 Los primeros intentos de clasificación de los elementos químicos

Muchos de los intentos por encontrar una forma de agrupación o clasificación de los elementos, ya sea por su originalidad o por su éxito merecen un reconocimiento. En este sentido, se plantea la presentación de los resultados de manera evolutiva, con los aportes de los químicos de diferentes épocas a la constitución de la tabla periódica de los elementos químicos.

Las Triadas de Döbereiner, fue uno de los primeros intentos de clasificación de los elementos químicos, según la similitud de las propiedades, relacionando sus pesos atómicos. Esta clasificación fue realizada por Johann Wolfgang Döbereiner, un químico alemán, que entre otras cosas también estudió los fenómenos de catálisis. Döbereiner, en 1817, declaró la similitud entre las propiedades de algunos grupos de elementos, que variaban progresivamente desde el primero al último. Intentó explicar que el peso atómico medio de los elementos que se encuentran en los extremos de las triadas, es similar al peso atómico de los elementos que se encuentran en la mitad de la triada. Estos grupos eran: cloro, bromo y yodo; azufre, selenio y telurio; litio, sodio y potasio. Por ejemplo: la tríada litio, sodio y potasio, tiene respectivamente un peso atómico de: 6,94, 22,99 y 39,08. Si se realiza la suma de los extremos, es

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

decir 6,94 + 39,08 y se divide en 2, el resultado es 23.01, un número próximo a 22,99, que casualmente es el número atómico del elemento del medio, es decir, del sodio, hecho que hace que encaje perfectamente en el ordenamiento de la triada. Estos grupos de tres se continuaron encontrando, hasta que en 1850 ya se tenía conocimiento de 20 triadas (Mieli, 1947).

Döbereiner hizo un intento de relacionar las propiedades y semejanzas químicas de los elementos y de sus compuestos, con las características atómicas de cada uno de ellos, que en ese caso se trataba de los pesos atómicos, advirtiendo un gran parecido entre ellos, y una variación progresiva y gradual desde el primero hasta el tercero o último elemento de la triada.

Sin embargo, no todos los elementos formaban triadas y el descubrimiento de nuevos elementos con propiedades a veces similares a la de algunas triadas, aumentó el número de elementos en algunas series. Así por ejemplo, el rubidio y el cesio tienen propiedades alcalinas similares a las del litio, sodio y potasio. De este modo se desechó la idea de que los grupos de elementos afines fueran limitados a 3.

La importancia de las triadas de Dobereiner, radica en que, por primera vez, se agrupa a aquellos elementos que tienen propiedades similares, anticipándose el concepto de familias químicas que vendría más tarde (Partington, 1989).

Parafraseando a Katz, se puede expresar que, durante el período comprendido entre 1850 y 1865 se descubrieron muchos elementos nuevos. Además, en este período, gracias a los trabajos de Cannizzaro, se hicieron grandes progresos en la determinación de masas atómicas relativas, pudiendo determinarse muchas de ellas con gran precisión. En 1862, un geólogo francés Alexandre Emile Beguyer de Chancourtois (1820 – 1886) ordenó los elementos químicos en función creciente a su peso atómico sobre una curva helicoidal que envolvía a un cilindro de cartón, cuya base circular fue dividida en 16 partes iguales. Esta curva helicoidal tenía la particularidad de que si por una parte se trazaba una línea vertical, intersectaba a los elementos con propiedades similares. El dispositivo fue llamado tornillo telúrico o caracol telúrico de Chancourtois (Asimov, 2010).

En 1863/4, el químico inglés John Alexander Reina Newlands, (1837 – 1898) publicó en el Chemical News un trabajo donde dispuso a los elementos conocidos en orden de masas atómicas relativas crecientes, dando un gran paso en la correcta clasificación de los elementos.

Newlands dispuso a los elementos en filas horizontales de 7 en 7, resultando periodos en que el octavo elemento se parecía en propiedades al primero; el noveno al segundo; el décimo al tercero y así sucesivamente. Por lo tanto, los que tengan propiedades semejantes tienen que quedar en la misma columna.

Newlands observó que el octavo elemento a partir de uno cualquiera presenta propiedades similares a este. Esta observación se conoce hoy como regla de las octavas de Newlands (Mieli, 1947). El hecho de que cada ocho elementos apareciera el mismo tipo de propiedades indujo a Newlands a comparar sus octavas químicas con las octavas musicales. La periodicidad de las octavas químicas le sugería una armonía química fundamental como en la música.

El trabajo de Newlands fue, sin duda, un paso gigantesco en la dirección adecuada. Sin embargo, su esquema de clasificación no dejaba lugar para los elementos recientemente descubiertos, tales como el vanadio, talio e indio. No tuvo en cuenta los trabajos realizados sobre las masas atómicas relativas, ni seleccionó los valores más probables.

Debido a su manera particular de exponer su teoría acerca de la armonía de los elementos, fue inclusive ridiculizado en su época. Muchos años más tarde, luego que se reconociera universalmente la importancia de la clasificación periódica, sus trabajos recibieron el reconocimiento de la comunidad científica y hasta fue premiado con la medalla Copley que es la máxima distinción que otorga la Royal Society después de la presidencia (Katz, 2016).

En 1864 el inglés William Odling (1829-1921) desarrolló las ideas de Newlands en forma de tabla, se fijó más en las similitudes de las propiedades que en la Ley de las Octavas. Su trabajo recuerda a algunas tablas modernas. En 1864, el mismo año que Newlands publicó la Ley de las octavas, presentó una clasificación según un orden creciente de pesos atómicos. Era partidario de la distinción entre grupos y subgrupos, ya que según sus ideas esta separación permitiría obtener una periodicidad de las propiedades de los elementos. La tabla contenía 57 de los 60 elementos conocidos en ese momento. Fue el primero que alteró el orden del yodo, I (127) y telurio, Te (129), para colocarlos correctamente. Dejó huecos, simbolizados en su tabla con comillas, en algunos de los cuales se podía incluir

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

al galio, Ga y al germanio, Ge aún no descubiertos, aunque no el vanadio, V, bajo el titanio, Ti, ya que su peso atómico conocido era 137 y no 51 (Partington, 1989).

En 1866 Gustavus Detlef Hinrichs, un químico y filósofo natural, nacido en Lunden, Holstein, parte de la Confederación Alemana que en ese momento pertenecía a Dinamarca, publicó un sistema periódico en espiral sobre la base de los espectros, los pesos atómicos y otras similitudes químicas. Su trabajo fue considerado como idiosincrásico, ostentoso y laberíntico y esto puede haber llevado a que se desaconsejase su reconocimiento y aceptación (Zapffe, 1969). Hinrichs es uno de los descubridores de las leyes periódicas que son la base de la tabla periódica de elementos. Aunque su contribución no es ampliamente considerada tan importante como la de Mendeleev o Lothar Meyer, expuso sus ideas ya en 1855 y publicó su libro Program der Atommechanik en 1867. Su tabla periódica tenía la forma de una espiral y los elementos fueron colocados en la estructura de acuerdo a su masa atómica. Hinrichs también postuló teoría sobre la causa de la periodicidad dentro de los elementos químicos. Según afirmaba, los elementos estaban compuestos por pequeños panátomos, e incluso utilizando una fuerza apropiada, se podría transformar un elemento en otro. Clasificaba los elementos en trigonoides, que eran no metales y estaban hechos de triángulos regulares, y tetragonoides, hechos de cuadrados regulares. Unas fórmulas algebraicas que indicaban cómo mezclar cuadrados y triángulos daban las leyes periódicas. La controversia de sus pensamientos y su personalidad colorida parece que fueron un obstáculo para la difusión de sus ideas. (Zapffe, 1969)

3.2 La Tabla Periódica: Meyer y Mendeleev

Julius Lothar Meyer (1830-1895) era profesor de Química en la Universidad de Wroclaw cuando asistió al congreso de Karlsruhe.

Las conclusiones del Congreso de Karlsruhe, realizado en 1860, sobre las que el químico alemán dijo: los velos cayeron de mis ojos, las dudas se desvanecieron y en su lugar tuve una sensación de certeza serena (Mieli, 1947), le permitieron revisar las relaciones numéricas existentes entre los elementos químicos apoyándose en la teoría atómica de Dalton y la hipótesis de Avogadro. En 1864 Julius Lothar Meyer publicó un libro titulado Teoría química moderna, en el que expuso los fundamentos principales de esta ciencia, además de las relaciones existentes entre las propiedades de los elementos químicos y sus respectivos pesos atómicos (Mieli, 1947).

En diciembre de 1868 cuando tenía lista una versión mejorada de su clasificación conoció la versión alemana de la tabla de Mendeleev, fueron así dos descubrimientos paralelos e independientes.

Las dos tablas eran muy similares, Meyer, no separó los elementos de los grupos principales y subgrupos sino que los colocó intercalados, mientras que Mendeleev sí lo hizo. Meyer clasificó 55 elementos, y Mendeleev consiguió colocar todos los elementos conocidos, incluido el hidrógeno, aunque algunos de ellos formaban series de longitud variable debido al erróneo valor del peso atómico (Mieli, 1947).

El trabajo de Meyer se basó en serializar las propiedades físicas de los elementos como el volumen atómico, punto de fusión, de ebullición, etc.; mientras Mendeleev tuvo más en cuenta las propiedades químicas (Partington, 1989).

Dmitri Ivánovich Mendeleev nació en la pequeña ciudad siberiana de Tobolsk, en el año 1834 como el último de los 14 hijos sobrevivientes, o 13, según la fuente, de Ivan Pavlovich Mendeleev, un maestro en el gimnasio local, y Mariya Dmitriyevna Kornileva. El padre de Dmitri quedó ciego en el año del nacimiento de Dmitri y murió en 1847. Para mantener a la familia, su madre recurrió a la operación de una pequeña fábrica de vidrio propiedad de su familia en un pueblo cercano. La fábrica se incendió en diciembre de 1848, y la madre de Dmitri lo llevó a San Petersburgo, donde se matriculó en el Instituto Pedagógico Principal. Su madre murió poco después y Mendeleev se graduó en 1855. Obtuvo su primer puesto de profesor en Simferópol en Crimea. Permaneció allí solo dos meses y, después de un corto tiempo en el liceo de Odessa, decidió regresar a San Petersburgo para continuar su educación. Recibió una maestría en 1856 y comenzó a realizar investigaciones en química orgánica. Financiado por una beca del gobierno, fue a estudiar al extranjero durante dos años en la Universidad de Heidelberg. En lugar de trabajar estrechamente con los prominentes químicos de la universidad, incluidos Robert Bunsen, Emil Erlenmeyer y August Kekulé, instaló un laboratorio en su propio departamento. En septiembre de 1860 asistió al

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Congreso Internacional de Química en Karlsruhe, convocado para discutir temas tan cruciales como peso atómico, símbolo químico y fórmula química. Allí conoció y estableció contactos con muchos de los principales químicos de Europa. En los últimos años Mendeleev recordaría especialmente un papel distribuido por el químico italiano Stanislao Cannizzaro, el Sunto, que aclaró la noción y distinción de pesos atómicos y moleculares (Mieli, 1947).

En 1861 Mendeleev regresó a San Petersburgo, donde obtuvo una cátedra en el Instituto Tecnológico en 1864. Después de la defensa de su disertación doctoral en 1865, fue nombrado profesor de tecnología química en la Universidad de San Petersburgo, ahora Estado de San Petersburgo, donde falleció en el año 1907. Se convirtió en profesor de química general en 1867 y continuó enseñando allí hasta 1890 (Mieli, 1947).

El 6 de marzo de 1869, Nikolai Aleksandrovich Menshutkin, presentó a la Sociedad Química Rusa un trabajo de Mendeleev, que se encontraba ausente. En este trabajo el autor presenta su primera tabla del sistema periódico de los elementos.

Además del artículo en ruso, publicó una traducción al alemán en la revista Zeitschrift für Chemie, que contiene su primera tabla y su ley periódica expresada en 8 puntos que se pueden resumir en: Cuando los elementos se estudian en orden creciente de sus pesos atómicos, la similitud de las propiedades ocurre periódicamente, es decir, las propiedades de los elementos son función periódica de sus pesos atómicos (Fernández y Fernández, 2012). Mediante la relación establecida, Mendeleev fue ordenando los elementos por sus masas atómicas crecientes. Al hidrógeno debió dejarlo fuera, porque sus propiedades diferían mucho de las de los otros elementos.

Con el fin de que los elementos cumpliesen la condición de tener la misma valencia cuando estuviesen en una columna determinada, Mendeleev se vio obligado en uno o dos casos, a colocar un elemento de peso atómico ligeramente superior delante de otro de peso atómico inferior. Así, el telurio, peso atómico 128, valencia 2, tuvo que colocarlo delante del yodo, peso atómico 126,9, valencia 1, con el fin de mantener el telurio en la columna de valencia 2 y el yodo en la columna de valencia 1 (Asimov, 2010) .

Asimismo, descubrió que era necesario dejar huecos enteros en su tabla. En lugar de considerar estos huecos como imperfecciones de la tabla, Mendeleev los tomó intrépidamente como representantes de elementos todavía no descubiertos (Asimov, 2010).

En 1871 se fijó de modo especial en tres huecos: los que quedaban junto a los elementos boro, aluminio y silicio en la tabla, tal como se había modificado aquel año. Llegó incluso a dar nombres a los elementos desconocidos, que insistió, correspondían a aquellos huecos: eka-boro, eka-aluminio, *eka*-silicio, donde *eka* es la palabra sánscrita que significa uno. También predijo varias propiedades de tales elementos, estimando que la predicción debía hacerse a partir de las propiedades de los elementos situados encima y debajo de los huecos de la tabla, siguiendo y completando así el razonamiento de Döbereiner (Asimov, 2010).

El mundo de la química seguía siendo escéptico, y quizá hubiese continuado siéndolo si las audaces predicciones de Mendeleev no se hubiesen verificado de modo espectacular. Este hecho se debió en primer lugar al uso de un nuevo instrumento químico: el espectroscopio.

El espectroscopio ofrecía un vanguardista y poderoso método para la detección de nuevos elementos. Si un mineral incandescente revelaba líneas espectrales pertenecientes a un elemento no conocido, parecía razonable suponer que estaba en juego un elemento nuevo.

Bunsen y Kirchhoff comprobaron hábilmente esta suposición cuando, en 1860, examinaron un mineral con líneas espectrales desconocidas y empezaron a estudiarlo por si se trataba de un nuevo elemento. Encontraron el elemento y probaron que era un metal alcalino, relacionado en sus propiedades con el sodio y el potasio. Lo llamaron cesio, del vocablo latino que significa azul cielo, debido al color de la línea más prominente de su espectro. En 1861 repitieron su triunfo al descubrir otro metal alcalino más, el rubidio, cuyo nombre en latín significa “rojo”, debido al color de la línea que presentaba en el espectro (Asimov, 2010).

Otros químicos empezaron a hacer uso de esta nueva herramienta. Así es que, en 1866, un químico alemán, Clemens Alexander Winkler (1838-1904), analizando un mineral de plata, halló que todos los elementos conocidos que contenía alcanzaban solamente el 93% de su peso. Investigando el restante 7%, encontró un nuevo

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

elemento que llamó germanio, por Alemania. Éste venía a ser el *eka*-silicio de Mendeleiev (Asimov, 2010).
El químico francés Paul Emile Lecoq de Boisbaudran (1838-1912), estudió durante quince años los minerales de su Pirineo natal por medio del espectroscopio. En 1875 rastreó ciertas líneas desconocidas y halló un nuevo elemento en el mineral de cinc. Lo llamó galio, por Galia, Francia (Asimov, 2010).
Algún tiempo después preparó una cantidad suficiente del nuevo elemento para estudiar sus propiedades. Mendeleev leyó la comunicación de Lecoq de Boisbaudran e inmediatamente señaló que el nuevo elemento era su propio eka-aluminio. Una investigación posterior confirmó la identificación; la predicción de Mendeleev de las propiedades del eka-aluminio correspondía en todo a las del galio (Asimov, 2010).
Los otros dos elementos predichos por Mendeleev se encontraron por medio de viejas técnicas. En 1879, un químico sueco, Lars Fredrick Nilson (1840-99), descubrió un nuevo elemento al que llamó escandio, por Escandinavia. Cuando sus propiedades fueron publicadas, uno de los colegas de Nilson, el químico sueco Per Teodor Cleve (1840-1905), señaló inmediatamente su parecido con la descripción del eka-boro de Mendeleev (Asimov, 2010). Así, dentro de los quince años siguientes a la descripción por Mendeleev de tres elementos desconocidos, todos habían sido descubiertos y se halló que sus descripciones coincidían con asombrosa exactitud. Nadie podía dudar, después de esto, de la validez o utilidad de la tabla periódica (Asimov, 2010).
La tabla periódica, tal como hoy se conoce, no es la que propuso Mendeleev en 1869. Él mismo se pasó toda su vida modificándola y actualizándola en las sucesivas ediciones de sus Principios de Química. Esto fue asentando y probando la validez de su ley periódica, ya que cada problema que surgía se fue encajando en la tabla con modificaciones que no refutaban su vigencia.

3.3 Los aportes posteriores a la Tabla Periódica de Mendeleev

Henry Gwyn-Jeffreys Moseley fue un físico y químico inglés, nació el 23 de noviembre de 1887 y murió el 10 de agosto de 1915. Su principal contribución a la ciencia fue la justificación cuantitativa del concepto de número atómico mediante la Ley de Moseley. Si Mendeleev es considerado con justa razón el padre de la tabla periódica, Moseley, gracias a su gran aporte a la misma debe también llevarse el crédito de haber completado el eslabón que faltaba en la historia de la química respecto al ordenamiento de los elementos en la tabla periódica. Tras graduarse en Oxford, Moseley, empezó a trabajar, supervisado por Rutherford, en el estudio de los rayos X emitidos por los metales cuando son bombardeados por electrones (Fernández y Fernández, 2012). Para este estudio, ideó un ingenioso dispositivo que podía girar para exponer, sucesivamente, varias muestras de cristales metálicos al haz de electrones (Fernández y Fernández, 2012). De esta manera logró establecer una relación sistemática entre la longitud de onda de los rayos X emitidos por distintos átomos con su número atómico. Esta relación es el fundamento de la Ley de Moseley enunciada en el año 1913. Tuvo una gran importancia histórica, pues hasta ese momento, el número atómico era sólo el lugar que ocupaba un elemento en la tabla periódica. Dicho lugar había sido asociado a cada elemento de modo semi arbitrario por Mendeleev y estaba relacionado cuantitativamente con las propiedades de los elementos y sus masas atómicas. Moseley propone el criterio de ordenamiento de los elementos químicos con base en el número atómico, y enuncia la ley periódica moderna: "Cuando los elementos se ponen en orden de sus números atómicos sus propiedades físicas y químicas muestran tendencias periódicas". (Partington, 1989).
A partir de la contribución de Moseley, se asignó un ordinal a cada elemento y se pudo saber, de forma inequívoca, qué huecos faltaban por rellenar, en esos momentos eran: 43, 61,72, 75, 85, 87 y 91, estableciendo además, de forma inequívoca, el número exacto de lantánidos. El descubrimiento de los elementos que corresponden a esos huecos se llevó a cabo en los años siguientes, lo que no alteró la tabla periódica. No obstante, sí sufrió un último cambio de aspecto a partir 1940, cuando Seaborg descubrió 9 elementos que ubicó como actínidos y el transactínido 106, al que, finalmente, se dio el nombre de seaborgio (Fernández y Fernández, 2012).
Glenn Theodore Seaborg, nació el 19 de abril de 1912, en Ishpeming, Michigan y murió en Lafayette, California, 25 de febrero de 1999, fue un destacado físico atómico y nuclear.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Edwin Mattison McMillan, nació en Redondo Beach, California el 18 de septiembre de 1907 y murió en El Cerrito, California el 7 de septiembre de 1991, fue un químico y profesor universitario.
Seaborg compartió con McMillan, el descubridor del neptunio, el Premio Nobel de química en 1951 por sus descubrimientos en la química de los elementos transuránicos. Después de recibir el Premio Nobel descubrió otros cinco elementos.
Con el establecimiento de los actínidos la tabla alcanzó su aspecto actual. A partir de ahí comenzó el paulatino descubrimiento de elementos del séptimo periodo; los transactínidos. (Fernández y Fernández, 2012).

3.4 *La Tabla Periódica actual*

El 5 de enero del año 2016, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) anuncia que la tabla periódica tiene cuatro nuevos elementos y que si bien aún no tienen nombre, si tienen número atómico: 113, 115, 117 y 118. Finalmente, el 30 de noviembre de 2016 la IUPAC valida sus nombre definitivos, que son: Nihonio (113), Moscovio (115), Téneso (117) y Oganesón (118). Para la elección de estos nombres, y siguiendo la tradición de elegir términos geográficos o referidos a científicos, se optó por denominar tres elementos en honor a Japón, Moscú y Tennessee, y el cuarto en homenaje al investigador ruso Yuri Oganessian, nacido en 1933 (IUPAC, 2018).
El elemento 113 fue descubierto por un equipo de investigadores del Instituto Riken, en Japón. Se trata de un elemento sintético; es decir, generado por medio de experimentos y no de forma natural. Es sumamente inestable y su vida útil es brevísima: menos de una milésima de segundo. Los elementos 115, 117 y 118, todos ellos sintéticos y superpesados, fueron hallados por un equipo del Instituto Joint de Investigaciones Nucleares en Dubna, Rusia, el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, de California y el Laboratorio Nacional de Oak Ridge en Tenesí. Debido a su inestabilidad, estos cuatro elementos se utilizan solamente para investigación científica. La tabla periódica actual, por lo tanto, completa así su período 7 (IUPAC, 2018).

4 CONCLUSIONES

La clasificación periódica de los elementos constituye una de las mayores y más valiosas generalizaciones de la ciencia. En la configuración que adoptó en la segunda mitad del siglo XIX, esta generalización resultó ser de gran importancia por la claridad que introdujo y lo que supuso de orientación para la investigación química. Esa primera configuración pudo adaptarse en el siglo XX a los más profundos análisis de la estructura de la materia. En este sentido se puede expresar que los responsables químicos, de todas las épocas históricas, que aportaron sus ideas para que en la actualidad y por primera vez, la tabla periódica complete su período 7 son: Johann Wolfgang Döbereiner, quien en 1817 presentó sus Tríadas, Alexandre Émile Béguyer de Chancourtois, en 1862 presentó su Tornillo Telúrico, John Alexander Reina Newlands, que 1863/4 expuso sus Octavas, William Odling, quien en 1864 mostró una clasificación predominando la distinción entre grupos y subgrupos, Gustavus Detlef Hinrichs, que en 1866 presentó un sistema periódico en espiral, Julius Lothar Meyer, quien en 1868 presentó una versión de su tabla periódica, Dimitri Ivanovich Mendeleev, que en 1869, le da forma a todos los intentos anteriores de clasificación periódica, con el descubrimiento de la Ley periódica de Mendeleev, Henry Gwyn-Jeffreys Moseley quien en el año 1913 enuncia la Ley de Moseley que termina resolviendo cuestiones pendientes en clasificaciones anteriores, Glenn Theodore Seaborg y Edwin Mattison McMillan, quienes en 1951 recibieron el Premio Nobel de química por sus descubrimientos en la química de los elementos transuránicos, finalmente, el 30 de noviembre de 2016 la IUPAC valida los nombres definitivos de los últimos 4 elementos químicos descubiertos. Para finalizar se puede afirmar, desde la perspectiva que se llevó a cabo esta investigación, que la Historia de la Química proporciona una visión de la química que poco tiene que ver con la que los estudiantes reciben en ocasiones. Esta visión está centrada en la idea que los descubrimientos producidos por los grandes científicos de todas las épocas no fueron mágicos, sino que resultaron de un lento proceso de maduración que se desarrolló durante muchos años y que en algunos casos los químicos pioneros no fueron reconocidos y llegaron a ser ridiculizados por descubrimientos, que en la actualidad, permiten a la ciencia en general y a la química en particular crecer vertiginosamente.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

5 REFERENCIAS

Asimov I., *Breve Historia de la Química*, Alianza editorial, Madrid, 2010.

Fernández, E. y J. Fernández, El icono de los químicos: la tabla periódica de los elementos, *Anales de Química*, 108(3), 314–321, 2012.

IUPAC announces the names of the elements 113, 115, 117, And 118. https://iupac.org, 21 de mayo de 2018.

Katz, M., *Temas de Historia de la Química*, Asociación Química Argentina, Buenos Aires, 2016.

Mieli, A. *La teoría atómica química moderna*. Espasa Calpe. Buenos Aires, 1947.

Partington, J.R., *A Short History of Chemistry*, Dover Publications, New York, 1989.

Zapffe, C. Gustavus Hinrichs, Precursor of Mendeleev, *A Journal of the History of Science* 60 (4): 461–476, 1969.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Estudio mecánico de órtesis pasiva de rodilla

Godoy, Andrés N.[1]; Simonelli, Gabriela[1,2] y Vrech, Sonia M.[1,3]

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT) – 4000, San Miguel de Tucumán, Argentina andungod88@gmail.com
(2) Laboratorio de Física del Sólido, INFINOA (CONICET-UNT), FACET-UNT, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina
(3) CONICET, Centro de Métodos Numéricos y Computacionales en Ingeniería (CEMNCI), Dpto. de Construcciones y Obras Civiles, FACET-UNT, 4000 San Miguel de Tucumán, Argentina

RESUMEN: La rodilla es la articulación más grande en el cuerpo formada por estructuras óseas y cartilaginosas y soporta altos valores de cargas, de hasta varias veces el peso corporal. Es vulnerable a lesiones durante actividades deportivas y a condiciones degenerativas como la artrosis. Los médicos prescriben comúnmente las rodilleras u ortesis para las patologías que involucran dolor y laxitud. En un trabajo anterior, García Cabello (2017) propuso una ortesis de aluminio y acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) para abaratar los costos de la misma al personalizarla. La fabricación de las piezas de ABS se realizó con una impresora 3D. El presente trabajo representa una primera etapa en la evaluación del comportamiento mecánico del prototipo de ortesis mencionado. Dada la complejidad que implicaría realizar este análisis experimentalmente, se lo encara mediante simulaciones computacionales utilizando el Método Elementos Finitos (MEF). Se modela la ortesis sometida a los esfuerzos que soporta en el caso de lesiones de ligamentos laterales de rodilla con cargas verticales, laterales y combinadas. Se analiza la distribución de tensiones y desplazamientos máximos con el objeto de estudiar la funcionalidad de la geometría del dispositivo y optimizar su diseño. Como resultado de estas primeras simulaciones, se verifica que las tensiones a las que se ven sometidos los materiales no superan la tensión de fluencia, permaneciendo en la zona elástica.

ABSTRACT: The knee is the largest joint in the body formed by bone and cartilage structures. It supports high values of loads, up to several times the body weight. It is vulnerable to injuries during sports activities and degenerative conditions such as osteoarthritis. Doctors commonly prescribe knee pads or orthoses for pathologies that involve pain and laxity. In a previous work, García Cabello (2017) proposed an orthosis of aluminum and acrylonitrile butadiene styrene (ABS) to reduce the costs of the same alisola. The manufacture of the ABS parts was done with a 3D printer. The present work represents the first stage in the evaluation of the mechanical behavior of the mentioned courtesy prototype. Given the complexity that would be involved in carrying out experimentally this analysis, it is approached through computer simulations using the Finite Element Method (FEM). The orthosis that can be damaged is modeled in the case of injuries to the lateral ligaments of the knee: vertical, lateral and combined loads. The distribution of stresses and maximum displacements is analyzed in order to study the functionality of the geometry of the device and optimize its design. As a result of these first simulations, it was verified that the stresses to which the materials came did not exceed the yield stress, remaining in the elastic zone.

Palabras claves: ortesis, elementos finitos, impresión 3D, propiedades mecánicas.

Keywords: orthosis, finite elements, 3D printing, mechanical properties.

1 INTRODUCCION

En este trabajo se analiza el comportamiento mecánico de una ortesis de rodilla diseñada por García Cabello (2017), mediante el Método de Elementos Finitos (MEF). La ortesis fue fabricada parcialmente con técnica de impresión 3D para poder personalizarla a bajo costo. Los materiales utilizados fueron acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y aluminio (Al), ver Fig.1.

La ortesis es un dispositivo que está indicado para la recuperación de algunas patologías que presenta la rodilla. En este trabajo se presta especial atención a las luxaciones de ligamentos laterales.

El objetivo principal es analizar si todos los componentes de la ortesis trabajan en la zona

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

elástica de deformaciones para las cargas a las que se verán sometidos en la marcha normal.

1.1 *Anatomía y patología*

La rodilla es la articulación central del miembro inferior formada por la unión del extremo distal del fémur con la zona proximal de la tibia. Interviene también un pequeño hueso denominado rótula que limita los movimientos de flexión y extensión.

Además, presenta un grupo de cuatro ligamentos (ligamento lateral externo -LLE-, lateral interno -LLI-, cruzado anterior -LCA-, y cruzado posterior -LCP-), responsables de la estabilidad de la articulación. Son propensos a lesiones cuando los movimientos de la rodilla son bruscos, provocando distensión o ruptura de alguno de ellos. Este último caso ocurre con mayor frecuencia en deportistas, Novoa Castro (2008).

1.2 *Distensión de ligamentos laterales*

Ocurre cuando la rodilla se desplaza más de lo normal a los laterales para compensar algún esfuerzo provocado por alguna fuerza externa (irregularidad del suelo o traumatismo). En la Fig.2 se observa la ruptura del ligamento lateral interno, Hernández Hermoso (2012).



Figura 1. Prototipo de ortesis de rodilla.

1.3 *Ortesis pasiva de rodilla*

La ortesis es un dispositivo aplicado externamente para asistir y/o modificar las características estructurales y funcionales de los sistemas neuromusculares y esqueléticos. La ortesis de rodilla (KO por la abreviatura de knee orthoses) se aplica sobre la articulación de la rodilla.



Figura 2. Distensión de ligamento interno.

La KO tiene la finalidad de limitar los movimientos de la articulación cuando presenta alguna patología, distensión de ligamentos por ejemplo.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2 METODOLOGIA

Se diseñó un modelo geométrico para ser analizado computacionalmente en el software ANSYS v14, mediante elementos tetraédricos, ver Fig.3. Se destacan cinco zonas de acuerdo al material utilizado. Éstas se numeran con números romanos: I – abrazadera superior realizada con ABS; II – articulación de ABS o Al, compuesta por dos fichas machos y una ficha hembra; III – abrazadera primera inferior de ABS; IV – abrazadera segunda inferior de ABS; V – barra de Al. Este modelo se utilizó para simular el comportamiento mecánico de la ortesis sometidas a cargas producidas por una persona de 80 kg; considerando diferentes casos que se describen en la sección 2.2.

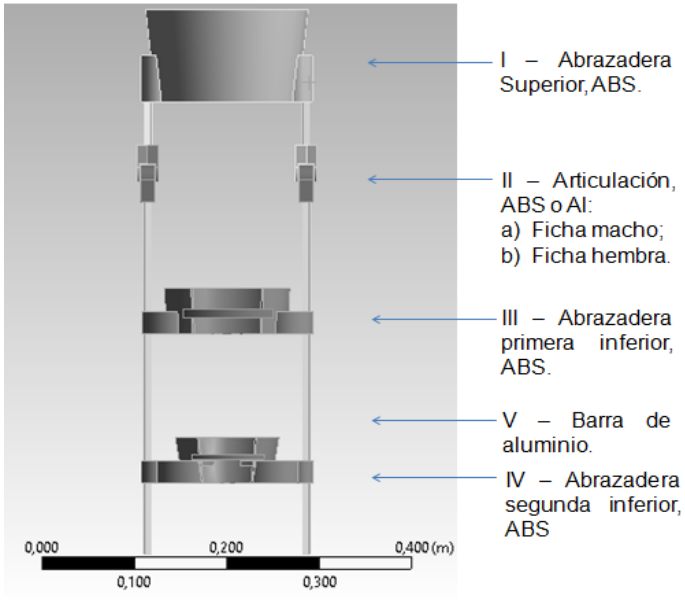


Figura 3. Modelo computacional y descripción de las partes que compone a la ortesis.

En el modelo computacional se rediseñaron las uniones abrazaderas/barras para evitar concentraciones de tensiones observadas en pruebas preliminares, ver Fig.4. También se logró obtener la verticalidad de las barras, con el beneficio de lograr el aprovechamiento óptimo de las barras manteniendo la personalización de la ortesis.

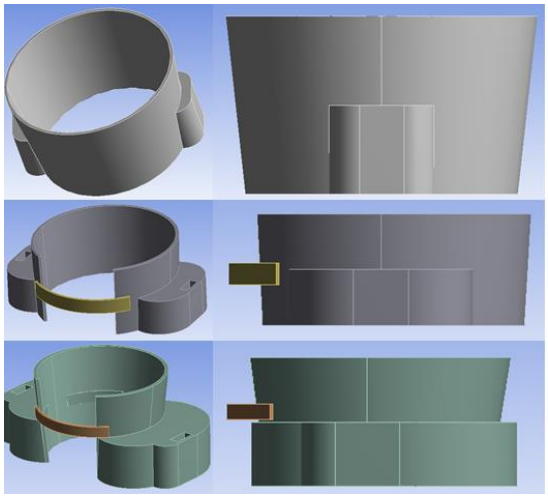


Figura 4. Rediseño de las abrazaderas. Arriba: I; Medio: III; Abajo: IV.

2.1 *Parámetros mecánicos*

El módulo de Young es el parámetro que caracteriza el comportamiento elástico en la tracción. El coeficiente de Poisson proporciona una medida del estrechamiento de sección de un material elástico lineal e isótropo cuando se deforma longitudinalmente. La tensión de fluencia es el valor de tensión que marca el inicio del comportamiento plástico del material.

Los parámetros mecánicos de los materiales (Al y del ABS impreso) se resumen en la Tabla 1.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Parámetros mecánicos de los materiales.

Parámetros	ABS	Al
M. Young [MPa]	1.7E+03	7.1E+04
Coef. Poisson	0.35	0.33
Tensión de fluencia [MPa]	26	280

2.2 *Casos de análisis*

Se analizaron tres estados de carga correspondientes a una persona de 80 kg, para articulaciones de ABS y de Al.

-Caso 1, Fig.5.a: carga vertical 100% del peso, correspondiente a una persona parada con la rodilla sin desplazamiento lateral.

-Caso 2, Fig.5.b: carga horizontal 30% del peso, corresponde rodilla con desplazamiento lateral. Las presiones generadas son absorbidas por las abrazaderas próximas a la rodilla.

-Caso 3, Fig.5.c: carga vertical 70% y carga horizontal 30%, la persona se encuentra parada y su rodilla trata desplazarse de forma lateral.

En todos los casos, la cara inferior de las barras de Al son empotradas.

2.3 *Presiones aplicadas*

Las presiones aplicadas en las simulaciones corresponden a las ejercidas por una persona de 80 kg. En la Tabla 2, se presentan los valores en MPa para los tres casos de carga.

Tabla 2. Presiones equivalentes a una persona de 80 kg.

100% del peso	70% del peso	30% del peso
4.45 [MPa]	3.11 [MPa]	0.12[MPa]

2.4 *Mallado*

Para realizar la simulación se utilizaron elementos tetraédricos y formulación elástica. Para definir su tamaño se asignó 1mm como máxima dimensión.

La malla de elementos finitos se generó automáticamente dando un total de 1.100.000 elementos y 2.280.000 nodos.

En la Fig.6 se muestra el mallado de las articulaciones. La vinculación entre las fichas macho y hembra que las conforman se da mediante contacto.

En la Fig.8 el desplazamiento se encuentra agrandado a escala automática. Para cada caso resulta diferente por lo que dificulta la comparación entre ellos pero facilita la observación. En la Fig.7 y Fig.8 se puede apreciar de fondo, como marca de agua, la posición de la ortesis sin carga.

a b c

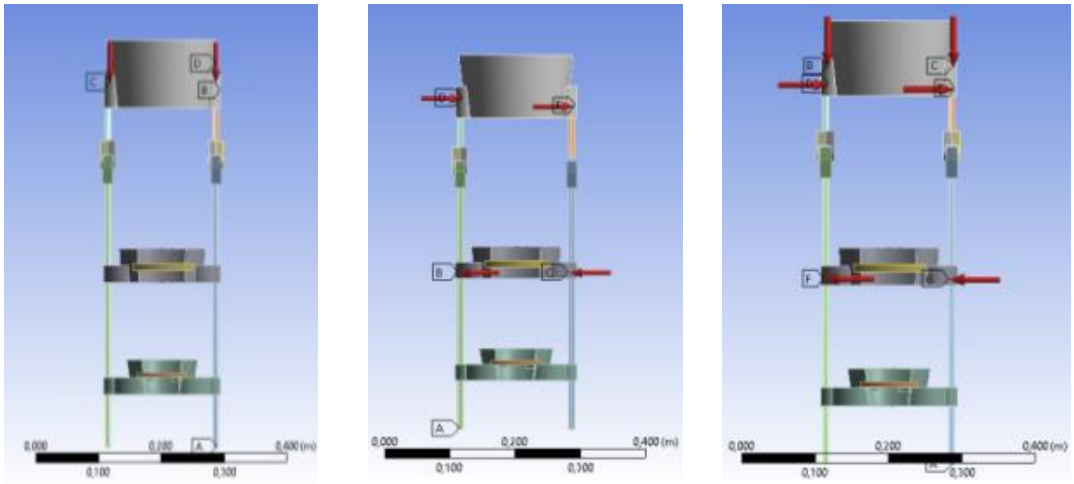


Figura 5: Esquema de distribuciones de cargas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

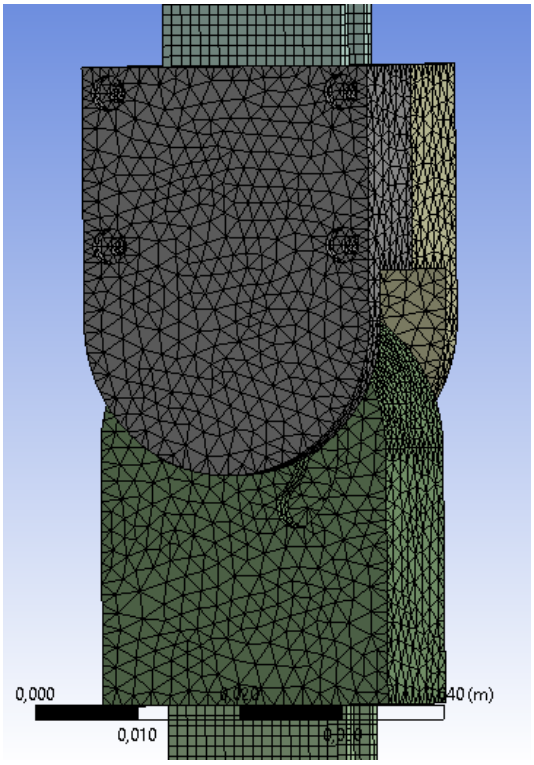


Figura 6: Mallado de articulación.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para cada caso analizado se computaron los desplazamientos y tensiones máximas, destacando la zona en donde ocurren.

La Tabla 3 presenta los valores máximos de los resultados obtenidos para cada simulación. Se destacan entre paréntesis las zonas donde ocurrieron. Los desplazamientos se miden en metro [m] y las tensiones en megapascales [MPa]. Mientras los valores máximos de tensiones se obtienen para estados de cargas horizontales en las barras de aluminio, y son menores a la tensión de fluencia, los desplazamientos máximos ocurren para estados de cargas combinados en la zona superior de la ortesis. Con esto queda demostrado que la misma cumple su función de evitar los desplazamientos horizontales que implicaría una lesión de ligamentos laterales.

En la Fig.7 se observa la malla deformada en las seis simulaciones a escala real, con el objeto de poder comparar los desplazamientos máximos de la ortesis con los distintos tipos de articulación.

4 CONCLUSIONES

En el modelo computacional queda verificado que los materiales trabajan en la zona elástica.

Con el cambio de material en la articulación, de ABS a Al, se reducen los desplazamientos pero se generan tensiones más elevadas.

Se puede apreciar un pequeño fenómeno de pandeo en el caso de carga vertical con articulación de Al esto no ocurren en el caso de articulación de ABS porque las piezas de la articulación absorben la deformación.

El estado de carga horizontal pura es el que produce los mayores valores de tensiones máximas. Estas no superan los valores admisibles, con lo que puede concluirse que la ortesis cumple con la función de evitarlos desplazamientos horizontales para la que fue construida.

El diseño optimizado de las uniones abrazaderas/barras contempla la verticalidad de las barras laterales.

5 REFERENCIAS

García Cabello, M. J. *Diseño y construcción de una ortesis pasiva de rodilla*, Proy. de Graduación en Ingeniería Biomédica, FACET-UNT, 2017.

Hernández Hermoso, J.A. y J.C. Monllau García, *Lesiones ligamentosas de la rodilla*, Marge medica Books, Barcelona (España), 2012.

Novoa Castro, B. y M. R. Pérez Fernández, Abordaje terapéutico y preventivo de lesiones en el fútbol mediantes vendajes funcionales y ortesis: esguince de rodilla y dolor femoropaletar, *Fisioterapia*, 31, 101-106, 2009.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 3: Desplazamientos y tensiones máximas para las distintas distribuciones de carga y materiales.

Material de la articulación	Vertical 100%		Horizontal 30%		70% vertical y 30% horizontal	
	Desplazamiento [m] (zona)	Tensión [MPa] (zona)	Desplazamiento [m] (zona)	Tensión [MPa] (zona)	Desplazamiento [m] (zona)	Tensión [MPa] (zona)
ABS	1.26E-04 (II)	17.5 (II)	9.2E-03 (I)	68.9 (V)	9.3E-03 (I)	65 (V)
Al.	3.24E-05 (I)	18 (II)	8.7E-03 (I)	106 (II)	8.77E-03 (I)	101 (II)

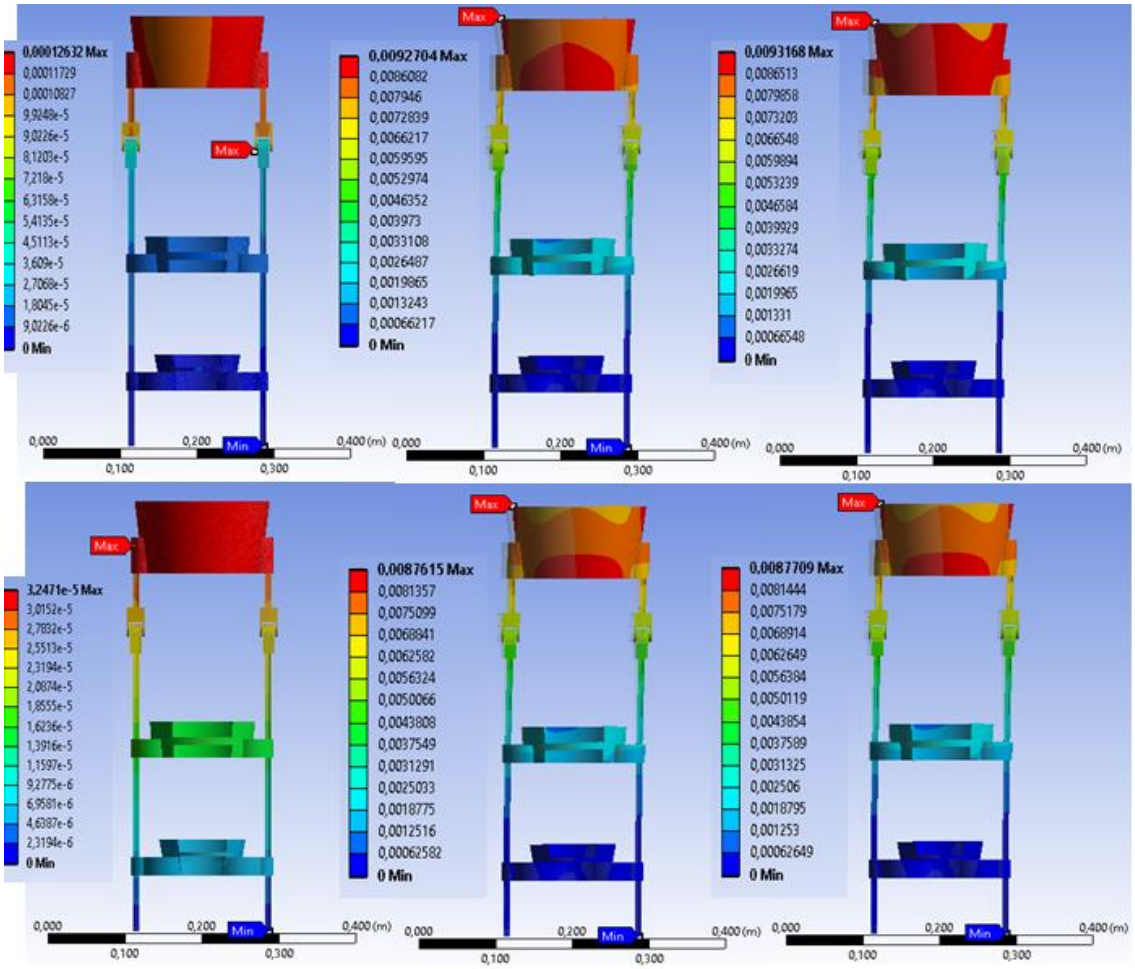


Figura 7: Ortesis deformada, escala real. Arriba, articulación de ABS. Abajo, articulación de Al. Izquierda: carga vertical 100% del peso. Centro: carga horizontal 30% del peso. Derecha: carga 70% del peso vertical y 30 % horizontal.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

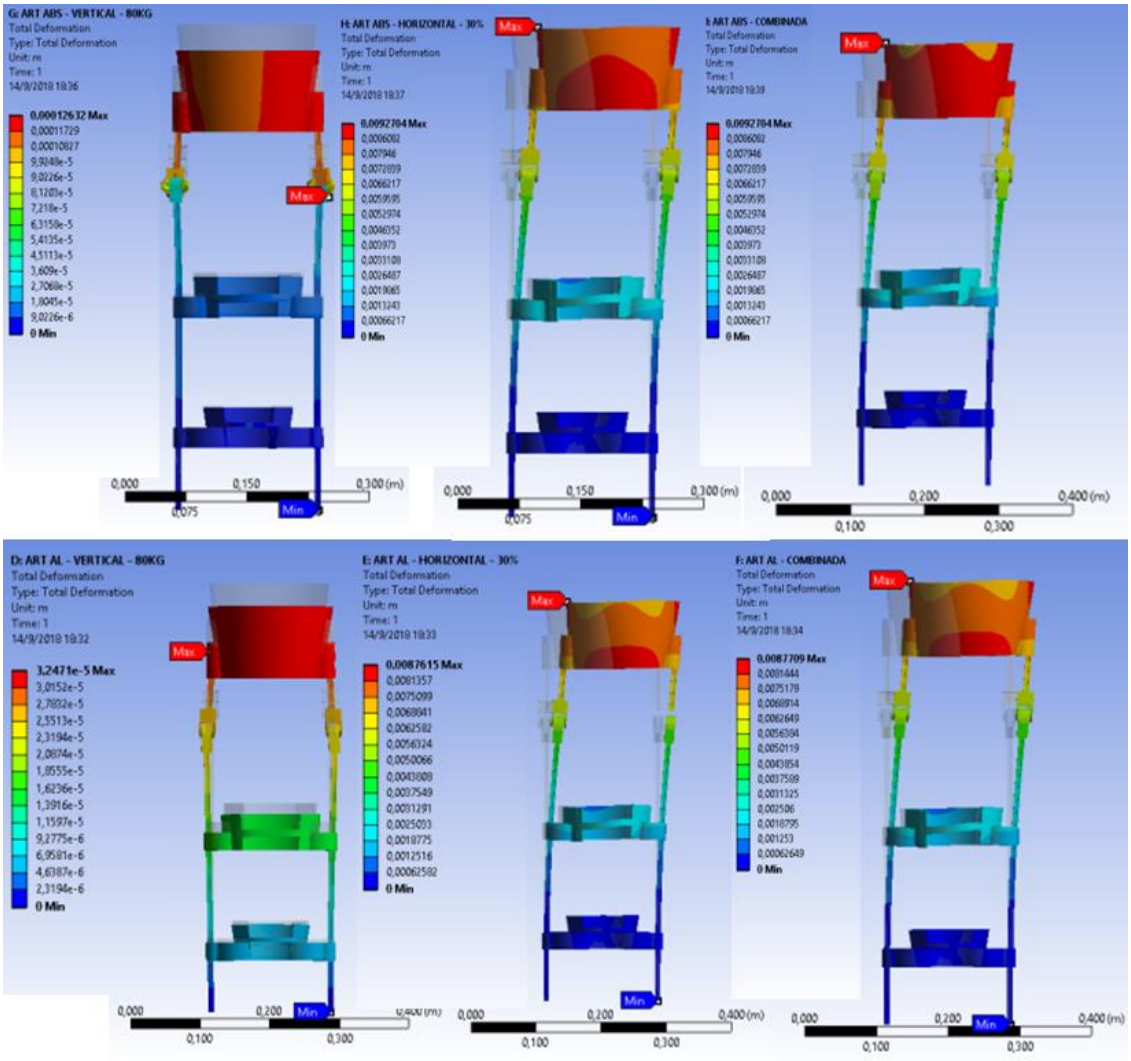


Figura 8: Ortesis deformada, escala automática (ABS/Al). Arriba, articulación de ABS. Abajo, articulación de Al. Izquierda: carga vertical 100% (270/1000). Centro: carga horizontal 30% (3.5/3.7). Derecha: carga 70% del peso vertical y 30 % horizontal (3.5/3.7).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Sistema integrado de iluminación autónomo con puerto de carga para dispositivos móviles

Fernández, Franco[1]; Cadena Carlos[2]; Ferreiro, Alejandro[1] y Rigali, Silvina[1]

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías-UNSE, 4200 Santiago del Estero, Argentina ffernandez@unse.edu.ar)
(2) Instituto de Investigaciones en Energías No Convencionales, CONICET-UNSa, 4400 Salta, Argentina.

RESUMEN: En este trabajo se presenta el diseño y las bases para el desarrollo de un sistema integrado de iluminación autónomo con un puerto de carga USB, que sea portátil y fácil de instalar en cualquier sitio. Este sistema combina todo en uno, los componentes necesarios para su funcionamiento; un panel solar que forma parte de la estructura, un regulador de carga, pack de baterías de litio, un modulo LED, convertidor dc/dc y su sistema de control. Al ser un equipo adaptativo y autónomo su eficiencia y reducido tamaño se alcanza por un lado por medio de la combinación sinérgica de tres las tecnologías, la fotovoltaica, LED y litio, y por el otro a través de un sistema de control conformado básicamente por un microcontrolador que permite ejecutar un algoritmo que gobierna distintos subsistemas intervinientes. Como resultado se obtiene un equipo autónomo optimizado en potencia, compacto y liviano que produce una iluminación de excelente calidad a un flujo luminoso al 100 % durante las primeras cinco horas de operación nocturna, luego pasa a modo standby pudiéndose activarse ante la presencia de objetos o personas en movimiento.

Palabras claves: sistema integrado, fotovoltaico, LED, litio, USB.

ABSTRACT: This paper presents the design and the bases for the development of an integrated autonomous lighting system with a USB charging port, which is portable and easy to install anywhere. This system combines all in one, the necessary components for its operation; a solar panel that forms part of the structure, a charge regulator, a lithium battery pack, an LED module, dc / dc converter and its control system. Being an adaptive and autonomous team, its efficiency and small size is achieved on the one hand through the synergistic combination of three technologies, photovoltaic, LED and lithium, and on the other through a control system basically consisting of a microcontroller that allows executing an algorithm that governs different intervening subsystems. As a result we obtain an autonomous equipment optimized in power, compact and light that produces a lighting of excellent quality at a luminous flux at 100% during the first five hours of night operation then goes into standby mode being able to activate in the presence of objects or people in movement.

Keywords: Integrated system, photovoltaic, LED, lithium, USB.

1 INTRODUCCION

En Argentina existen extensas regiones donde se asientan viviendas aisladas y comunidades rurales que no tienen acceso a la red eléctrica convencional, pero algunas aéreas de estos sitios si disponen de suficiente nivel de señal de telefonía móvil que permite a sus pobladores comunicarse entre ellos. Los suministros de energía son indispensables para proporcionar electricidad necesaria para la alimentación de equipos de iluminación exterior y para cargar pequeños equipos de comunicación que se utilizan en áreas rurales de población dispersa.

Muchos departamentos de Santiago del Estero, figura 1, son un claro ejemplo de lo que se menciona en el párrafo anterior, debido a que se trata de una región que se caracteriza por una extensa geografía provincial, baja densidad poblacional y llanuras a 180 metros sobre el nivel del mar. Las condiciones climatológicas son rigurosas con temperaturas muy elevadas, donde las temperaturas medias máximas de verano oscilan entre 36 y 42 ºC mientras que las mínimas varían entre 18 a 24 ºC. La temperatura máxima absoluta estimada (en los últimos veintidós años) por satélite (datos NASA) fue de 47 °C.



Figura 1. Vivienda aislada, departamento Pellegrini Santiago del Estero. Sin servicio de energía eléctrica.

Otra característica del clima de Santiago del Estero son sus débiles vientos, que no superan los 14 km/h medios anual, excepto en el mes de agosto. Los bajos niveles de vientos, temperaturas bastantes extremas, suficientes precipitaciones y muy buenos niveles de radiación solar caracterizan a esta provincia como una región con clima extremo. Donde gran parte de las áreas rurales con población dispersas que la habitan deben subsistir sin los servicios para satisfacer las necesidades fundamentales, es decir, sin electricidad, agua potable y ni gas natural.

Por lo anterior, se propone aprovechar los buenos niveles de radiación solar que pose esta región y la evolución de las tecnologías renovables, almacenamiento eléctrico y la iluminación de estado sólido (SSL) para construir un sistema de iluminación integrado autónomo que sea compacto, robusto, eficiente, portátil y aun costo moderado. Este equipo permitirá iluminar pequeñas áreas de trabajo tanto internas como externas a las viviendas rurales y podrá alimentar por medio de un puerto de carga USB teléfonos celulares.

2 DESCRIPCION

2.1 *Descripción de componentes*

Con este documento se propone una metodología que permita el diseño, simulación y el dimensionado para el desarrollo de un sistema iluminación autónomo, compacto y portátil. La fuente de energía que impulsara el sistema será por medio de la tecnología fotovoltaica. Las celdas fotovoltaicas de silicio cristalinas en su versión mono y poli son las más apropiadas para este trabajo debido a su madurez, disponibilidad y eficiencia, figura 2.

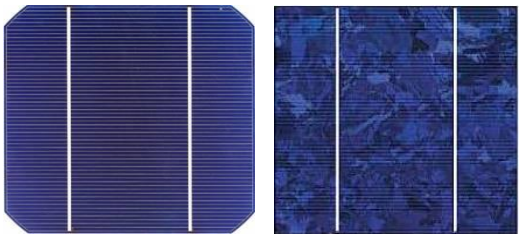


Figura 2. Tecnologías de celdas fotovoltaicas cristalinas; mono cristalina (derecha) y poli cristalina (izquierda).

Como resultado del desfasaje entre el consumo y la producción solar se requiere la utilización de sistema de acumulación eléctrica. Los acumuladores de plomo acido posen una serie inconvenientes: no presentan un funcionamiento

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

óptimo a altas temperatura, tienen baja profundidad de descarga, reducida vida útil y tiene una baja densidad energética por cual son voluminosos y pesados. Por lo anterior se propone la tecnología de baterías de Ion-Litio la cual supera las desventajas mencionadas y se caracterizan por ser modulares, lo que permite construir pack de baterías a medidas.

Actualmente las lámparas de mayor eficiencia para iluminación exterior-interior son las LED, tienen una eficiencia laminosa entre 120 y 160 lm/W, figura 4. Por este último y su prolongada vida útil son superiores a las otras tecnologías de fuentes luminosas existentes, además poseen una excelente percepción visual. La tecnología LED opera con niveles de tensión bajos, lo cual la hace apropiada para trabajar con módulos fotovoltaicos y sistemas de acumulación eléctricas.

Con el objeto de sinérgizar las tecnologías mencionadas y alcanzar el rendimiento óptimo del equipo propuesto, el control del mismo se puede basar en la tecnología de sistemas embebidos. Esta última pudría ser algunos de los modelos de placa de desarrollo de la firma Arduino, como ser nano o mega, Figura 5. Eventualmente antes la necesidad de contar con un sistema digital de mayores prestaciones se podría recurrir a dispositivos como BeagleBone Black o Raspberry PI, estos últimos requieren un pequeño sistema operativo para funcionar.

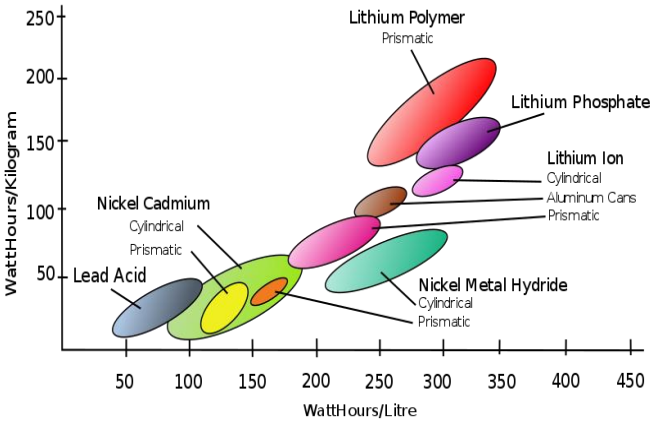


Figura 3. Curva de energía especifica vs densidad de energía de diferentes tecnologías de baterías.

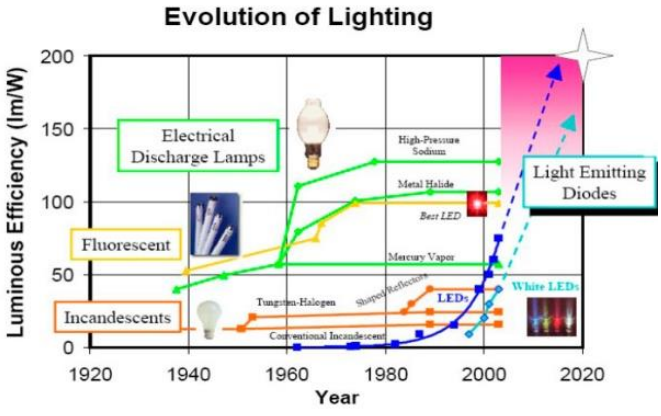


Figura 4. Evolución de las tecnologías de fuentes de iluminación.



Figura 5. Dispositivos embebidos para implementar el control del sistema; Arduino (arriba) y Beaglebone Black (abajo).

El diseño propuesto, figura 6, permitirá refrigerar de forma natural los componentes que se encuentran dentro del gabinete, es decir por medios de dos branquias ubicado a cada lado menor del marco permitirán el ingreso de aire frio por una y el egreso de aire caliente por la otra. De este modo se producirá una circulación natural de aire permitiendo la evacuación del calor del equipo durante el día y la noche. Además, el pack de batería será aislado del calor externo por medio de una lámina envolvente de poliuretano.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

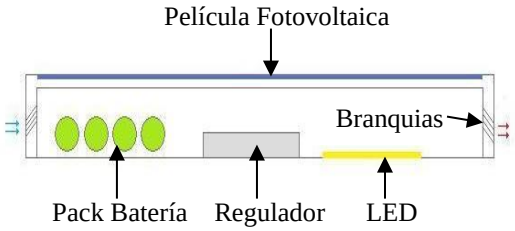


Figura 6. Vista de corte donde se ilustra el acondicionamiento térmico de los componentes del sistema propuesto.

La vida útil que se espera del sistema es alrededor de 15 años, este último lo impone la vida de los componentes electrónicos, ya qué el tiempo de vida del panel fotovoltaico es superior a 25 años.

2.2 *Arquitectura del sistema*

La figura 7 muestra el diagrama de bloque de los distintos subsistemas que forman parte del sistema de iluminación propuesto. Indicándose el sentido en que interactúan los elementos representados. Se puede observar en la misma figura que el panel fotovoltaico hace de celda de encendido y apagado del sistema antes la ausencia y presencia de luz respectivamente.
El regulador de carga propuesto tiene integrado un convertidor switching de 12 a 5 V para los dos puertos USB hembras tipo A. Estos puertos serán montados en el marco del panel fotovoltaico y con la ayuda de un cable de extensión se podrá conectar dispositivos móviles cuando el sistema este ubicado a una alturas de más de dos metros.

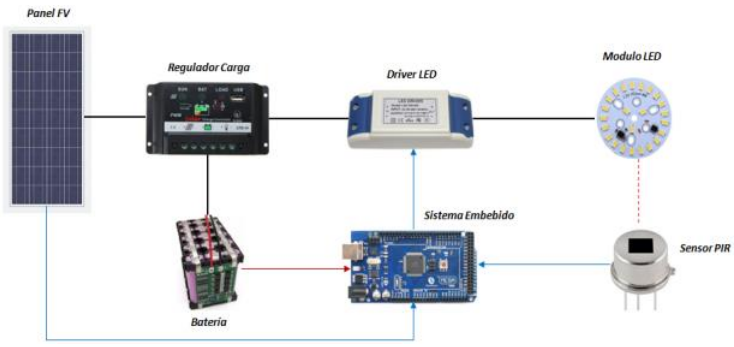


Figura 7. Diagrama de bloque del sistema de iluminación integrado autónomo.

El control de todo el sistema se realiza a través de un algoritmo que se ejecuta y almacena en el dispositivo Arduino, en el instante de encendido del equipo de iluminación (interruptor on/off), la primera acción que realiza es desconectar el regulador de corriente (driver), para luego analizar el estado de carga de la batería y el nivel de tensión del panel fotovoltaico. Donde es posible que se presenten las siguientes combinaciones o alternativas:

i. Nivel de carga de batería bajo- Panel FV activado (soleado): Lámpara apagada.
ii. Nivel de carga de batería bajo- Panel FV desactivado (noche): Lámpara apagada.
iii. Nivel de carga de batería bajo- Panel FV desactivado (nublado): Lámpara apagada.
iv. Nivel de carga de batería normal-Panel FV desactivado (noche): Lámpara encendida.
v. Nivel de carga de batería normal-Panel FV activado (sol): Lámpara apagada.
vi. Nivel de carga de batería normal-Panel FV desactivado (nublado): Lámpara apagada.

De acuerdo al análisis anterior, en caso de encender la lámpara (combinación iv), el sistema de control en primer lugar debe verificar el detector de movimiento, si el mismo indica la presencia de movimiento dentro del rango permitido, el microcontrolador envía una señal de activación al modulo LED a máxima potencia (100%), en caso contrario la potencia se reduce a la mitad (50%).
Desde instante en que se activa el sistema de iluminación y durante todo el funcionamiento del mismo, el sistema de control (Arduino) tiene como tarea principal analizar el nivel de carga de la batería y proporcionarle el faltante necesario por medio del panel fotovoltaico, a los efectos de alcanzar el máximo aprovechamiento del pack de baterías.

3 ESPECIFICACIONES Y RESULTADO

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3.1 *Requerimientos de diseño*

Para realizar el dimensionado del sistema de iluminación propuesto, se parte de la premisa de obtener con el sistema un flujo luminoso de unos 1500 lúmenes durante unas cinco horas, el mismo tendrá el consumo máximo solo periódicamente y por instantes, en presencia de personas o mascotas. El resto del tiempo, el flujo y el consumo se reduce a la mitad; se espera que de las cinco horas propuesta para operar, tres horas la lámpara LED este encendida a su máxima potencia.

Se propone un modulo LED de 12 W ya que este cumple con los requisitos mencionados. Sus características son: potencia nominal de 12 W; flujo luminoso (lúmenes) de 1500 lm; vida útil 50.000 hs; eficiencia luminosa 120 lm/W; ángulo de iluminación 120º; altura optima 2.5 a 4 metros.

3.2 *Dimensionado del sistema*

Para estimar el consumo se tendrán en cuenta el tiempo y los consumos. Se conoce que el modulo LED es de 12w, se precisa además 300 mW para el Arduino y otros 300 mW para el subsistema de detección infrarroja. En la tabla 1 se estima el consumo medio diario que tendrá el sistema.

Tabla 1. Estimación del consumo diario del sistema.

Carga	Potencia	Tiempo	Energía
Modulo LED	12W	5 hs	60Wh/día
Arduino	0.300W	24 hs	10Wh/día
Sensor PIR	0.300W	24 hs	10Wh/día
		Total	80Wh/día

Para dimensionar el panel fotovoltaico se considera la radiación solar media diaria del mes crítico (junio, hemisferio sur) a una inclinación del panel igual a la latitud del emplazamiento mas quince grados. Se debe también considerar las pérdidas en el panel FV (por suciedad) y en todo el sistema, por ello se toma un margen de seguridad que contemple lo anterior de 20%. Las horas solares pico (HSP) para la inclinación optima de Santiago del Estero se obtuvo por medio de la pagina web de NASA, con un valor de 4.2 hs para el mes de junio. La siguiente expresión muestra el cálculo del la potencia pico que debe tener el panel FV:

$$P_{pk} = \frac{1.2 \cdot E_d}{HSP \cdot \eta_g} = \frac{1.2 \cdot 80}{4.2 \cdot 0.85} = 25\ W$$

Dónde:

P_{pk}: es la potencia pico nominal del panel fotovoltaico.

E_d: consumo de energía diario medio del sistema.

HSP: son el número de horas de sol (a 1000W/m2) mes de junio.

η_g: factor que contempla las perdidas en panel FV

En base al resultado computado se selecciona un panel fotovoltaico de tecnología mono cristalina de una potencia pico nominal de 30 W y una eficiencia de 19.5 %.

A partir del consumo máximo estimado de 80 Wh/día, la tensión nominal del sistema y la autonomía (dos días) se puede establecer la capacidad de la batería para suministrar la energía necesaria a la carga (modulo LED), entonces la capacidad del acumulador viene dada por:

$$CB = \frac{E_d \cdot N}{V_N \cdot P_d} = \frac{80 \cdot 2}{12 \cdot 0.90} = 14\ Ah$$

Dónde:

CB: capacidad de la batería

N: días de autonomía

Pd: profundidad de descarga de la batería

VN: tensión nominal de sistema

En base a lo calculado se construye una pack de baterías con las celdas 18650 (3.5 Ah y 3.7 V). La configuración cumple con la capacidad calculada es de cuatro cadenas en paralelo de tres celdas serie: 3S 4P.

Para determinar la capacidad del regulador de carga se debe considerar la máxima intensidad que aporta el panel FV de 30 W:

$$I_R \geq 1.2 \cdot \frac{P_N}{V_{pmp}} = 1.2 \cdot \frac{30}{18.5} = 2\ A$$

Dónde:

PN: potencia pico nominal del panel FV.

Vpmp: tensión del punto de máxima potencia.

El regulador de carga debe ser capaz de manejar una corriente de al menos de 2 amperios por lo que se opta por valor estandarizado de 3 A.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

La tabla 2 muestra los componentes que se requieren para implementar el sistema de iluminación integrado y autónomo que se propone en este trabajo.

Tabla 2. Componentes requeridos para el sistema de iluminación.

Cant.	Descripción
1	Panel Fotovoltaico Monocristalino 30 W.
1	Pack batería Ion-Litio 180Wh
1	Modulo LED 12W
1	Regulador de Carga PWM 5A
1	Driver Dimmer 3A

Finalmente la tabla 3 muestra el costo de materiales por equipo construido en dólares americanos. Este costo podría reducirse notablemente si se aplica economía de escala, es decir si se adquiere componentes en gran cantidad.

Tabla 3. Presupuesto por equipo construido en dólares americano ($USD).

Cant.	Descripción	Unit.	Total
1	P. Fotovoltaico 30 W	38	38
1	Pack batería 180 Wh	45	45
1	Modulo LED 12 W	10	10
1	Regulador Carga	15	15
1	Driver dimmer 3A	8	8
TOTAL			116

4 CONCLUSIONES

Con el sistema de iluminación integrado y autónomo se pretende brindar una solución en áreas rurales de población dispersas de la provincia de Santiago del Estero u otras, donde no cuentan con servicio de energía eléctrica. El equipo aprovecha e incorpora de forma sinérgica tres tecnologías maduras y en constante desarrollo como son: solar fotovoltaica, sistema de almacenamiento eléctrico (litio) y sistemas de iluminación de estado sólido (LED). Apelando a estas tecnologías se ha podido integrar todo sus componentes en uno, lo que permitirá obtener un producto ligero y compacto. La refrigeración del sistema se consigue por medio de dos branquias, que permiten evacuar de forma natural el calor generado por sus componentes. En general, sus características son tales que permiten que se aproveche al máximo la energía eléctrica disponible solar y funcionar correctamente en condiciones de extrema temperaturas. Se pretende un equipo autónomo optimizado en potencia, compacto, liviano y portátil que produzca una iluminación de excelente calidad con un flujo luminoso al 100 % durante las primeras cinco horas de operación nocturna, luego pase a modo standby pudiéndose activarse ante la presencia de objetos o personas en movimiento.

5 REFERENCIAS

Guillermo Villalba, Carlos Cadena. Sistema de iluminación inteligente y autónomo. Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 3, pp. 08.375-08.384, 2015. ISBN 978-987-29873-0-5.

Fernández F. R., Rodríguez R. A., Juarez3 C. R. Influencia de la temperatura en la tensión de circuito abierto de una celda fotovoltaica de silicio policristalina. X Jornada de Ciencia y Tecnologías de Facultades de Ingenierías del NOA, Salta-Argentina 2015. Pag. 432. ISSN Nº 1853-7871

Baltazar V., Valverde G., Valdéz L., Ramírez J. Sistema fotovoltaico de iluminación solar. UNISON / EPISTEMUS 15 / Año 7/ 2013/ pág.: 86-92. ISSN: 2007-4530.

Especificación Técnica para la adquisición de luminarias de Alumbrado Público con LED. PRONUREE. Secretaría de Energía. República Argentina.

Principles of Solar Engineering. Autor: D. Yogi Goswami. Editorial: Taylor & Francis. Philadelphia, PA, USA. Año 2000.

Luque, A., Hegedus, S. (2003). Handbook of Photovoltaic Science and Engineering, John Wiley & Sons.

Sandia National Laboratories (2007). Photovoltaic Systems Research & Development.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Producción de biodiesel a partir de aceites vegetales usados a escala de laboratorio en la Universidad Nacional de Salta

Castillo, Silvana[1]; Castillo, Susana[2]; Villanueva, Bárbara[3] y Sola Alsina, Héctor[4]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. se_castillo@yahoo.com.ar
(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. su_castillo@yahoo.com.ar
(3) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. lacuentadebarbara@hotmail.com
(4) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. hsola@unsa.edu.ar

RESUMEN

Las energías renovables han cobrado importancia en los últimos años debido a la inminente crisis energética. Uno de los tipos de energías estudiadas es la energía obtenida a partir de biomasa, de las cuáles la producción de biodiesel a partir de diferentes materias primas ha logrado un gran posicionamiento a nivel mundial.

El objetivo del presente trabajo es evaluar, a escala de laboratorio, la producción de biodiesel muestras de aceite vegetal virgen y aceite vegetal usado (AVU) provenientes de las confiterías de la Universidad. En la planta piloto de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta, se realizó la experiencia.

La metodología de trabajo se divide en el relevamiento de técnicas de laboratorio, descripción de la experiencia de laboratorio, selección de materias primas, análisis de las propiedades y de rendimientos obtenidos. Los valores de los parámetros determinados para el biodiesel obtenido cumplen con los valores admisibles para un biocombustible exigidos por las normativas vigentes.

Finalmente, se analizan los resultados obtenidos a nivel experimental, y se realizan propuestas de mejoras.

ABSTRACT

Renewable energies have gained importance in recent years due to the imminent energy crisis. One of the types of energy studied is the energy obtained from biomass, from which the production of biodiesel from different raw materials has achieved a great position worldwide.

The objective of this work is to evaluate, at a laboratory scale, the production of biodiesel samples of virgin vegetable oil and used vegetable oil (AVU) from the confectioneries of the University. In the pilot plant of the Faculty of Engineering of the National University of Salta, the experience was carried out.

The methodology of work is divided into the survey of laboratory techniques, description of laboratory experience, selection of raw materials, analysis of properties and yields obtained. The values of the parameters determined for the biodiesel obtained meet the admissible values for a biofuel required by the regulations in force.

Finally, the results obtained at the experimental level are analyzed, and improvement proposals are made.

Palabras claves: biodiesel, aceites vegetales usados, esterificación ácida, transesterificación

Keywords: biodiesel, used vegetable oils, acid esterification, transesterification

1 INTRODUCCION

La crisis energética y el cambio climático han planteado radicales cambios sobre los procesos industriales en pos de promover el desarrollo sostenible.

Las energías renovables han tomado un rol fundamental con el objeto de atenuar las problemáticas ambientales a nivel global, relacionadas al cambio climático global y al aumento continuo de las emisiones de gases de efecto invernadero. A nivel global se promueve la reducción del uso de combustibles fósiles y su reemplazo por biocombustibles que sean renovables, no contaminantes y que contribuyan a la reducción de emisiones de CO_2(Loera-Quezada and Olguín, 2010).Uno de los biocombustibles que se encuentran en discusión debido al empleo de su materias primas es la producción de biodiesel. Existen muchas publicaciones que generan discusión sobre la obtención de biodiesel por el empleo de la materia prima, y del uso agrícola del suelo. Una de las alternativas viables desde el punto de vista de la sostenibilidad es la obtención de biodiesel a partir de los aceites vegetales usados (AVUs).

En la Ley Nacional N°26.093 sobre Biocombustibles, se propone la incorporación de los biocombustibles en forma gradual, a través de la ley de corte, adicionando una cuota mínima de combustible renovable tanto en el bioetanol como en el biodiesel. Actualmente, la cuota mínima inicial es del 10 % para el caso del biodiesel. En la ciudad de Salta se ha sancionado la Ordenanza Nº 14.575 de regulación, control y gestión de aceites vegetales usados. Esta misma tiene por objeto la regulación, control y gestión de Aceites Vegetales Usados (AVUs), que comprende la generación, manipulación, recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final en la Municipalidad de la ciudad de Salta.

La American Society for Testing and Materials (ASTM) define el biodiesel o metil ésteres de ácidos grasos (fatty acid methylester, FAME) como el éster monoalquímico de cadena larga de ácidos grasos derivados de recursos renovables, como por ejemplo aceites vegetales o grasas animales, para utilizarlos en motores diesel.

Si la acidez de los AVUs es menor o igual al 2 % el biodiesel se produce por una reacción química catalizada denominada transesterificación. Este método se basa en la reacción de moléculas de triglicéridos (el número de átomos de las cadenas está comprendido entre 15 y 23, siendo el más habitual de 18) con alcoholes de bajo peso molecular (metanol, etanol, propanol, butanol) para producir ésteres y glicerina (puede ser utilizada en cosmética, alimentación, farmacia, etc.). Estequiométricamente se produce en una proporción molar de alcohol triglicérido de 3 a 1, reaccionando en la metanólisis 1 mol de triglicérido con 3 moles de alcohol, aunque algunos autores sugieren agregar una cantidad adicional de alcohol para desplazar la reacción hacia la formación de éster metílico(Abularach Asbún and Amurrio Derpic (2010); Lamoureux, (2007)). El triglicérido es el principal componente del aceite vegetal o la grasa animal. Si la acidez del aceite es superior al 2 %, se podrían aplicar dos métodos previo a la transesterificación: esterificación ácida-básica, y el proceso de desacidificación directa.

La esterificación ácida-básica es la reacción en la que interviene un alcohol (puede ser metanol o etanol) y un ácido fuerte por ejemplo ácido sulfúrico como catalizador. Luego se realiza la transesterificación (Huerga et al., 2010).

El proceso de desacidificación directa es una operación que se efectúa cuando la acidez del aceite es alta. Este proceso consiste en hacer reaccionar el aceite con hidróxido de sodio para eliminar los ácidos grasos libres. El aceite se calienta a una temperatura media de 65°C, y luego se añade el hidróxido de sodio diluido en agua destilada (7.3 veces la cantidad de hidróxido). La idea principal es eliminar los ácidos grasos libres bajo forma de jabón y luego proceder a una transesterificación catalizada por hidróxidos.

En la Universidad Nacional de Salta operan 4 confiterías que ofrecen venta de alimentos y dos comedores universitarios. De acuerdo a una encuesta realizada en las confiterías de la Universidad Nacional de Salta en promedio se generan una media de 14 litros de AVUs por semana.

En el laboratorio de la planta piloto se recogió una muestra de AVUs de una de las confiterías de la Universidad para someterlos al proceso de obtención de biodiesel, analizar las técnicas adecuadas, y evaluar el rendimiento de cada una de ellas.

2 OBJETIVOS

2.1 *Objetivo General.*

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Determinar la técnica de laboratorio que permita la mayor conversión biodiesel/aceite a partir de AVUs

2.2 *Objetivos Específicos*

- Definir parámetros críticos del proceso para la obtención de Biodiesel a partir de AVUs.
- Medir los parámetros característicos de los AVUs y del biodiesel obtenido, y contrastar estos últimos con la normativa vigente
- Obtener resultados viables para aplicarlo a mayor escala

3 MATERIALES Y METODOS

A continuación se presenta un análisis de las técnicas de laboratorio aplicadas. La misma contribuye al análisis del proceso, a la evaluación de las variables operativas que intervienen, y a la evaluación conjunta de la calidad del biodiesel obtenido.

En primera instancia, se realizó una evaluación de las técnicas empleadas en la actualidad, y en segundo lugar se efectuó una descripción del procedimiento técnico que surgió a partir de las experiencias realizadas en el laboratorio. De este último, se exponen las etapas de tratamiento que se tuvieron en cuenta para realizar los ensayos de laboratorio. Las experiencias se realizaron con dos tipos de aceite, una muestra de aceite vegetales virgen de girasol y una de aceite vegetales usados (AVUs) provenientes de una confitería de la Universidad Nacional de Salta.

En primera instancia, debe evaluarse la calidad de aceite para el cuál se va a realizar la conversión a biodiesel. De acuerdo a Huerga (2010), se propone el siguiente esquema para la selección del procedimiento según se muestra en la Figura 1. En esta se aplica diferentes técnicas de acuerdo al nivel de acidez del aceite con el objeto de determinar la técnica adecuada para realizar la conversión de aceites vegetales a biodiesel. En principio, la actividad de laboratorio se realizó a partir de tres muestras de aceites: una de ellas de aceite virgen, y las otras dos restantes de aceites vegetales usados provenientes de confiterías de la Universidad Nacional de Salta.

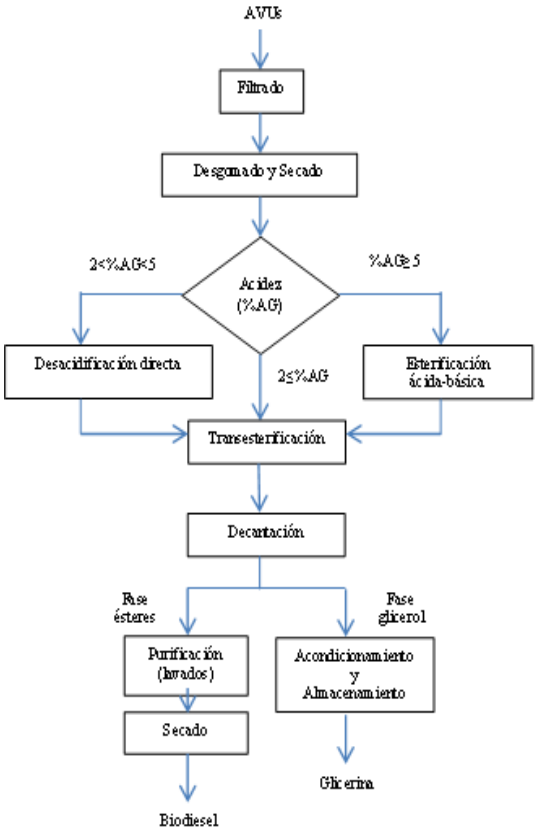


Figura 1. Diagrama de flujo adaptado para la obtención de Biodiesel a escala de laboratorio a partir de AVUs (Huerga, 2010)

Las tres técnicas empleadas de acuerdo a lo sugerido por Abularach Asbún (2010) y Castro (2007) fueron: transesterificación, esterificación ácida-básica y desacidificación directa. Se describe la experiencia de cada una de las técnicas nombradas:

3.1 Determinación de la acidez

Se determina la acidez de las muestras de aceite a través del método de valoración. La acidez del aceite está dada por la cantidad de ácidos libres que contiene, es así que a mayor cantidad de ácidos libres menor es la calidad del aceite.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3.2 Proceso de Transesterificación directa

Se aplica directamente para los aceites vegetales vírgenes o para AVUs con un porcentaje de acidez menor o igual al 2%

3.3 Preparación del Metóxido de Sodio

En un cristalizador se disuelve 3.5 gr de hidróxido de sodio (Na(OH)) en 100 ml de metanol. Se procede a agitar magnéticamente, según se ve en la Figura 2.
Generalmente, la cantidad de metanol es del 20 % en masa de cantidad de aceite. Las densidades del metanol y del aceite son bastante parecidas. Cuando se mezcla el metanol con el hidróxido de sodio se produce una reacción exotérmica. Se cubre el cristalizador para evitar su hidratación con la humedad ambiental.

3.3.1 Preparación del biodiesel

Se colocan 500 ml de aceite vegetal virgen en un erlenmeyer, según la Figura 3.
De acuerdo a la técnica consultada, se calentó primeramente el aceite a 100 °C, de modo tal de evaporar el agua contenida. Se pudo observar burbujas por la presencia de agua, y una sustancia gomosa que fue extraída. Posteriormente se colocó el erlenmeyer que contenía el aceite pretratado sobre un agitador magnético hasta alcanzar una temperatura de 54°C.
Posteriormente se elevó la temperatura de la muestra hasta aproximadamente 50°C-54 °C y se agregó aproximadamente 77 gramos de metóxido de sodio previamente preparado, como se muestra en la Figura 4.
Se agita magnéticamente aproximadamente 1 hora manteniendo la temperatura en un rango de 48°C-54°C. Se deja enfriar a temperatura ambiente durante 24 horas. Posteriormente se coloca la mezcla en un embudo de separación. En la Figura 5, se pueden identificar ambas fases el biodiesel y glicerina.

Luego, se aplicó el método de decantación para separar el biodiesel de la glicerina.

3.3.2 Lavado y Secado

Se realizaron 3 lavados del biodiesel, y un secado. El objetivo es llevarlo a una calidad óptima para usarlo como combustible.
El método de lavado consiste en separar los jabones del combustible, lavándolo con agua una o varias veces. En el primer lavado se añadió ácido acético (vinagre) al agua. Con el ácido acético se logra que el pH del Biodiesel sea neutro, ya que se une a los restos de soda caústica, y los neutraliza. El procedimiento consiste en colocar agua en un erlenmeyer o vaso de precipitado, y luego se agrega el biodiesel. Después de agitar con cuidado



Figura 2. Preparación metóxido de sodio



Figura 3. Pretratamiento del Aceite vegetal virgen para la producción de Biodiesel



Figura 4. Agregado del metóxido de sodio al aceite virgen

Planta Piloto II-Facultad de Ingeniería- unas. Fuente: Elaboración propia

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

los dos líquidos se deja que repose algunas horas hasta que se observa claramente la separación de los dos líquidos. El biodiesel limpio se depositó en la parte superior, y el agua con los jabones en el fondo del recipiente.
Se repitió el proceso anterior dos o tres veces con el objeto de retirar todo el jabón. El segundo lavado y el tercero pueden hacerse sólo con agua. Después del tercer lavado, el agua remanente puede separarse calentando lentamente hasta que el agua se evapore completamente y el biodiesel deje de borbotear, de acuerdo a la Figura 6.
Se puede observar que al calentar, se observan burbujas en el interior debido a la presencia de agua. Se forma una sustancia gomosa de glicerina que fue extraída. La fracción de biodiesel obtenido tiene un pH igual a 7.

3.4 Proceso de Esterificación Ácida-Básica.

Es aplicable para AVUs que tienen un porcentaje de acidez mayor del 5%. En primer lugar se realiza un acondicionamiento previo de la materia prima a través de dos operaciones: filtrado y desgomado.

3.4.1 Filtrado

Se efectúa esta operación ya que los AVUs contienen sólidos suspendidos. La misma se realizó a temperatura ambiente, se utilizó un lienzo para realizar el filtrado, según se observa en la Figura 7.

3.4.2 Desgomado

La operación tiene por objeto eliminar sustancias coagulables y separables por hidratación, que son separables a través de una masa gomosa. El aceite se calienta a 90°C, se agrega pequeñas cantidades de agua para hidratar las gomas y hacerlas insolubles en el aceite.

3.4.3 Esterificación ácida.

Se colocan en un erlenmeyer 500 ml de aceite de cocina usado. Se realiza el calentamiento a una temperatura aproximada de 65 °C durante 35 minutos, luego se agrega el 20% del volumen total de metanol. La agitación se mantiene entre 500 y 600 rpm, según puede verse en la Figura 8:

Al cabo de 5 minutos se agrega ácido sulfúrico (H_2SO_4) con 98 % de pureza. Se mantiene una temperatura de 65°C, según puede verse en la Figura 9.
Al finalizar una hora de reacción, se apaga el calentamiento pero se mantiene la agitación por una hora más. Después de 8 horas, se decanta, y se observan tres fases definidas: grasas, líquido amarronado y agua emulsionada, de acuerdo a lo que se observa en la Figura 10.
Se separa la grasa y el líquido restante, se lo enfría en baño de hielo durante una hora. Luego se filtra con papel filtro y luego se prosigue con la segunda etapa.



Figura 5. Fases de Biodiesel-glicerina a partir de AVUs



Figura 6. Proceso de lavado de aceite vegetal virgen



Figura 7. Filtrado del AVUs

Planta Piloto II-Facultad de Ingeniería-unas. Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Transesterificación

Se trabaja solamente con 220 ml de muestra total, durante 35 minutos con agitación manteniendo la temperatura entre 54°C- 61°C, según puede verse en la Figura 11.

A través de la estequiometría para el caso de un aceite vegetal de girasol se define la cantidad de Na(OH) que interviene en el proceso de transesterificación(tomando en cuenta un excedente ya que la muestra proviene de AVUs). Posteriormente se diluyó el hidróxido de sodio con el 80 % de metanol restante que no se utilizó en la primera etapa. La estufa se mantiene bajo agitación entre 500 y 600 rpm a 68 °C por 2 horas, y luego dejar reposar por 12 horas adicionales.

Por otra parte se procede a armar el sistema de decantación para separar las dos fases mediante tres lavados. El primero se realiza con ácido acético, y los restantes con agua destilada.

Luego de 24 hs se observan dos fases, una fase clara superior, y una fase más oscura. Se separa las dos fases: agua de biodiesel, de acuerdo a la Figura 12.



Figura 8. Calentamiento de la mezcla AVUs-metanol



Figura 9: Calentamiento de la mezcla de aceite, metanol y ácido sulfúrico



Figura 10. Decantación en la primera etapa ácida

Planta Piloto II-Facultad de Ingeniería-unas Fuente: Elaboración propia

Luego se realiza un cuarto lavado ya que el pH medido era de 6, y se realiza la separación manualmente y se obtiene 220 ml de biodiesel y 101 ml de solución acuosa. Ambas con un pH aproximado de 6-7. Con el biodiesel obtenido, se lo somete a un calentamiento a más de 100 °C, para extraerle la humedad remanente.

3.4 Desacidificación Directa.

Se aplica para AVUS que tienen un porcentaje de acidez entre el 2 % y el 5 %.

Se realiza un tratamiento previo de la materia prima a través de los procesos de filtración y neutralización. Estas operaciones permiten eliminar los ácidos grasos libres bajo forma de jabón, y luego se procede a efectuar la transesterificación catalizada con el hidróxido de sodio. Se prepara una solución de hidróxido de sodio (según lo indicado a través del método de valoración de ácidos grasos) con agua destilada (7,3 veces la cantidad de hidróxido), y se agita hasta que este se disuelve por completo en agua destilada.

La solución se mezcla con 100 ml de aceite filtrado, y luego se la deja reposar por 12 horas para que el jabón formado con los ácidos grasos libres, decante.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Se procede a la producción de biodiesel como si fuera una transesterificación alcalina con el aceite remanente depositado en la parte superior. Al calentar se observa burbujas y una capa superficial blanca. La temperatura se mantiene hasta 60° C. Luego se procede a colocar la mezcla en un decantador. Luego de 48 hs, se observa que se forma glicerina en la parte inferior. Se procede a separar las dos fases: glicerina y biodiesel, de acuerdo a Figura 15.

La fase de biodiesel es de 80 ml y tiene un pH de 4.5 En el primer lavado se agregó 1/3 del volumen de agua destilada y ácido acético en una ampolla de decantación. Luego se procede a realizar un



Figura 11: Fases separadas biodiesel-glicerol



Figura 12. Separación de biodiesel-agua de lavado



Figura 13. Biodiesel a partir de AVUs-Método Esterificación ácida-básica



Figura 14. Mezcla de aceite filtrado e Hidróxido de sodio



Figura 15.Proceso de Separación Biodiesel-glicerina



Figura 16. Biodiesel obtenido a partir de la Desacidificación directa

Planta Piloto II-Facultad de Ingeniería-unas. Fuente: Elaboración propia

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

segundo y un tercer lavado con agua destilada. De este último, se formaron dos fases: 72 ml de biodiesel, y 40 ml de glicerina. Se procede a medir el pH del biodiesel y resulta neutro. Luego se somete a un proceso de calentamiento a esta muestra alcanzando una temperatura de 108°C. Luego de esta operación se obtiene 70 ml de biodiesel, según la Figura 16.

4 DISCUSION DE RESULTADOS

Se realizaron dos tipos de análisis, uno referido al tipo de aceite (virgen y usado), y otro concerniente a la calidad del biodiesel obtenido a partir de los diferentes métodos. Dichos estudios se realizaron en el laboratorio del Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI) de la Universidad Nacional de Salta.

En la Tabla 1, se muestra las principales propiedades de los diferentes tipos de aceites, que influyen en la producción de biodiesel.

Se observan que los valores más elevados corresponden a la muestra de AVU en todas las propiedades medidas. Por ejemplo la presencia de una acidez más elevada de este tipo de aceite, influye en la selección del proceso de obtención del biodiesel debido al porcentaje elevado de ácidos grasos.
Posteriormente se realizaron análisis a las muestras de biodiesel según los tres diferentes métodos aplicados. En la Tabla 2 se muestra una tabla comparativa que describen los resultados de las propiedades principales del biodiesel junto con los límites mínimos y máximos de acuerdo a las Normativas EN 14214 e IRAM 6515.

Tabla 1: Propiedades principales de las muestras de aceite
Fuente: Elaboración propia

Propiedades	Aceite vegetal virgen	Aceite vegetal usado (AVU)
Densidad a 32 °C (mg/ml)	0,91	0,925
Indice de refracción a 25 °C	1,4719	1,4728
Perdida x calentamiento(100-105°C) g %	0,01%	0,05%
Acidez en ácido oleico %	1,70%	6,50%
Indice de acidez en mg KOH/Kg	0,34 mg KOH/Kg	1,3mg KOH/Kg
Indice de peroxido en mEq/Kg	0,9 mEq/Kg	11,01 mEq/Kg

Tabla 2: Propiedades principales del Biodiesel
Fuente: Elaboración propia

Propiedades	Biodiesel(Valores medios)			IRAM 6515		EN 14214	
	Trasesterificación directa	Esterificación ácida-básica	Desacidificación directa	Lmin	Lmáx	L.Min	L.Máx
Acidez(%AG)	0,10%	0,19%	0,22%		0,25%		0,25%
Densidad 15°C(gr/cm3)	0,893	0,895	0,92	0,875	0,9	0,86	0,9
Viscosidad 40° C(cp)	3,6	4,1	4,5	3,5	5	3,5	5
Indice de yodo	110,2	110,9	110,5		150		120
Poder calorífico(Kj/Kg)	46920,77	46819,88	46720,72				
Punto de inflamación(°C)	171	169	167				
Indice de refracción	1,4566	1,4614	1,4691				
Rendimiento(gr bodiesel/gramos aceite)	86%	76,80%	53,80%				

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

5 CONCLUSIONES

En base a la experiencia de laboratorio y al análisis realizado, se recomienda que la producción de biodiesel a escala laboratorio se encuentre sujeta a la calidad de la materia prima de entrada (AVUs) para de esta forma definir la técnica adecuada para la producción, e identificar las variables de control definidas en las diferentes etapas del mismo.

De las tres técnicas analizadas, la de mayor conversión es la técnica de transesterificación que solo es aplicable para aceites vegetales vírgenes. De las dos técnicas restantes la que conviene por su simplicidad y grado de conversión es la técnica de Esterificación ácida-básica.

De acuerdo a los valores obtenidos de las muestras de biodiesel, la mayoría de las propiedades medidas se encuentran dentro de los límites admisibles según las dos normativas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abularach Asbún, E., Amurrio Derpic, D. Obtención de biodiesel a partir de aceite desechado de frituras. *Acta Nova 4*, 514–534.2010

Castro, P., Coello, J., Castillo, L. *Opciones para la producción y uso del biodiesel en el Perú*. Soluciones Prácticas-ITDG.Perú.2007.

Huerga, I., Carrizo, A., Brizuela, G., Querini, C., *Producción de Biodiesel con Aceite de Jatropha Curcas*. INTA, Buenos Aires. 2010.

Lamoureux, J., 2007. Diseño conceptual de una planta de biodiesel. Memoria para optar al título de ingeniero civil mecánico. Facultad de ciencias físicas y matemáticas-Universidad de Chile.Chile.2007.

Loera-Quezada, M., Olguín, E.J. *Las microalgas oleaginosas como fuente de biodiesel: retos y oportunidades.* Rev Latinoam Biotecnol Amb Algal 1, 91–116.20

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Optimización de tratamientos para retardar el pardeamiento de berenjenas (*Solanum melongena*) IV gama

Lemos, María L.[1, 2]; Gutiérrez, Diego R.[1, 2]; Disalvo, Aníbal[1] y Rodríguez, Silvia C.[1, 2]

(1) Grupo Conservación de Alimentos Vegetales-CIBAAL-CONICET-UNSE. RN 9 Km 1125. El Zanjón. (CP 4206) - Santiago del Estero. Argentina.
(2) ICyTA. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero-Argentina.
E mail: silviadepece@hotmail.com

RESUMEN: Se empleó un Diseño Central Compuesto para estudiar y optimizar el efecto de tratamientos antioxidantes en berenjenas IV gama. Para ello, factores como temperatura (35 ºC- 64 ºC) y tiempo de inmersión (17 s - 102 s) en agua caliente fueron evaluados en láminas de berenjenas por la metodología de superficie de respuesta, seguida de una inmersión en ácido ascórbico (AA) al 1.0 % por 3 min para inhibir el pardeamiento enzimático en la superficie de corte. Periódicamente, se realizó análisis sensorial y medición del color objetivo en las muestras. Los resultados experimentales se ajustaron a una ecuación polinómica de segundo orden, a través de un análisis de regresión múltiple, utilizando el método de mínimos cuadrados. Las condiciones óptimas del agua caliente fueron de 50 ºC - 60 s seguida de la inmersión en AA 1.0% -3 min de para inhibir el pardeamiento enzimático y mantener los atributos de calidad de las láminas de berenjenas. El tratamiento optimizado se comparó con láminas de berenjenas sin tratar, no encontrándose diferencias significativas en la intensidad respiratoria. Por lo tanto, con el tratamiento optimizado es factible procesar láminas de berenjenas inhibiendo la oxidación del tejido, conservando su calidad sensorial durante 8 días.

ABSTRACT: Optimization of treatments to delay the browning of eggplants (Solanum melongena) IV gama. A Central Composite Design was employed to study the effects and optimize the antipardeants treatments in eggplants IV gama. For that, factors such as temperature (35 ºC- 64 ºC) and immersion time (17 s - 102 s) in hot water were evaluated in eggplant sheets by the response surface methodology, followed by an immersion in ascorbic acid (AA) at 1.0% for 3 min to inhibit enzymatic browning at the cutting surface. Periodically, sensory analysis (general appearance and browning) and color variation (L *, a * and b *) is performed, determining the browning index. The experimental results were fitted with a second-order polynomial equation by a multiple regression analysis using the method of least squares. The optimal conditions of the hot water were 50 ºC-60 s followed by the immersion in AA 1.0% -3 min of to inhibit the enzymatic browning and maintain the quality attributes of the eggplant slices. The optimized treatment was compared with untreated eggplant sheets, without finding significant differences in respiratory intensity. Therefore, with this combination of treatments, it is feasible to process the eggplant slices and inhibit the oxidation of the tissue on the cutting surface, preserving its sensory quality for 8 days.

Palabras clave: *Solanum melongena*, IV gama, tratamiento antioxidante, optimización.

Keywords: Solanum melongena, IV gamma, antioxidant treatment, optimization.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

El consumo de vegetales mínimamente procesados, así como su comercialización han aumentado significativamente en los últimos años a nivel mundial así como en Argentina. Debido a las dificultades en la preservación de su calidad como frescos durante períodos prolongados, estos alimentos son todavía objeto de estudio (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). Los vegetales mínimamente procesados (VMP), han cobrado gran relevancia a nivel mundial ya que los consumidores prefieren productos de alta calidad y listos para ser utilizados o consumidos. Éstos, frente a los productos frescos, presentan la desventaja de que su vida útil es menor debido al procesamiento que han sufrido y su conservación es crítica debido a los daños físicos ocurridos en los tejidos vegetales durante el proceso. Los daños mencionados aceleran el metabolismo provocando deterioro de características sensoriales deseables, pérdida de nutrientes, así como desarrollo de microorganismos, que llevan a un rápido decaimiento de la calidad y acortamiento de la vida útil. Es así que los principales problemas asociados a VMP son el desarrollo de olores no característicos y podredumbres, modificaciones del color y ablandamiento de los tejidos (Toivonen and Brummell, 2008).

Es por ello, que encontrar métodos que ayuden a retardar el deterioro de VMP constituye uno de los principales objetivos de la industria del sector.

Las berenjenas (*Solanum Melongena*), debido a un procesamiento mínimo, su calidad se ve afectada ya que se vuelven susceptibles al pardeamiento enzimático, causando un deterioro en sus características sensoriales, lo que disminuye la aceptación por parte del consumidor.

Los distintos procesamientos, tales como los cortes, producen un daño en el tejido ya que la compartimentación subcelular se irrumpe en la superficie de corte, permitiendo que las enzimas, principalmente la polifenol oxidasa (PPO), entren en contacto con sustratos iniciando reacciones que producen el pardeamiento enzimático, cambio en la textura, etc. (Barbagallo et al, 2009; Mishra et al., 2012), produciendo pigmentos responsables del color oscuro indeseable que hace que el producto no sea apto para el mercado.

Por lo mencionado, se han generado distintas aplicaciones, de manera combinada e inteligente, de tratamientos físicos, químicos y biológicos que permitan el desarrollo de lo que se denomina tecnologías de barreras múltiples (Alzamora, S. M., 2000), referida a la combinación de técnicas de conservación clásicas (temperatura, a_w, pH, conservantes químicos, etc.) junto con otras técnicas (envasado al vacío o en atmósferas modificadas, radurización, alta presión hidrostática, bioconservación, etc.), con el fin de conservar las frutas y hortalizas por mayor tiempo y con muy buena calidad.

Por lo tanto, varios métodos tales como inmersión en soluciones antioxidantes (por ejemplo, ácidos orgánicos, cisteína, 4 - hexilresorcinol) en diferentes concentraciones (Pérez-Gago et al., 2010, Barbagallo et al., 2012), tratamiento con vapor de etanol (Hu et al., 2010), así como shock térmico, se han utilizado para inhibir las actividades de la PPO, ya que pueden reducir la etapa de polimerización de las reacciones de pardeamiento (Morishita and Ohnishi, 2001; Kwak and Lim, 2005). Técnicas convencionales como tratamientos térmicos a diferentes temperaturas y tiempos, dependiendo de los requerimientos del vegetal, ayudan a prevenir el pardeamiento. Así, el shock térmico, se ha aplicado con éxito para evitar las reacciones de pardeamiento y para extender el almacenamiento poscosecha de los vegetales recién cortados (Ansorena et al., 2011; Martín-Diana et al., 2006).

El objetivo del presente trabajo fue optimizar la combinación de tratamientos para retardar el pardeamiento enzimático de berenjenas cortadas en láminas mínimamente procesadas o IV gama, aplicando tratamientos térmicos con agua caliente y la posterior aplicación de una solución antioxidante de ácido ascórbico.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Preparación de berenjenas Mínimamente procesadas.

Las berenjenas, de la variedad Black Nite, se adquirieron de productores en Santiago del Estero. Se seleccionaron de acuerdo a un tamaño y color de la piel uniforme, libre de imperfecciones.

Los frutos se lavaron primero con agua potable, se escurrieron y desinfectaron con agua clorada 150 ppm - 3 min. Luego, se cortaron de forma axial en láminas de 0,8 cm de espesor aproximadamente usando una cuchilla afilada y desinfectada, seguida de una inmersión en agua potable para eliminar los jugos y reducir el pardeamiento.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2.2 Ácido ascórbico

El ácido ascórbico de grado técnico (99,9%) se adquirió de una industria local de la provincia de Santiago del Estero, con él se preparó una solución al 1% con agua destilada refrigerada a 5ºC.

2.3 Preparación de los tratamientos

Todas las combinaciones y repeticiones del tratamiento térmico se obtuvieron de acuerdo a un Diseño Central Compuesto, variando la temperatura y tiempo de inmersión de las láminas de berenjena en agua destilada, obteniéndose variaciones de temperatura (X_1) entre 35 y 65 ºC, y tiempos (X_2) desde 17 hasta 102 s, realizándose un total de 11 experiencias.
Luego de escurrir las láminas lavadas con agua, se sumergieron inmediatamente en un baño a 5 ºC con solución de ácido ascórbico (AA) (pH 4,5) al 1.0%, durante 3 min. Esta concentración fue utilizada de acuerdo a resultados previos obtenidos por otros autores en manzanas (Gómez, 2010) y berenjenas (Hussain et al., 2014), con el fin de inhibir la actividad polifenol oxidasa en los productos cortados.
Posteriormente, se envasaron 3 láminas en bandejas de polipropileno (17,4 cm x 13,8 cm × 4,8 cm, Cellpack SA, Santa Fé, Argentina), y se recubrieron con polipropileno de 35µm (tasa de transmisión de O_2 de 5,000 mL O_2/m^2/24 h/atm, de CO_2 de 18,000 mL CO_2/m^2/24h/atm y de vapor de agua de 110 g/m 24 h/atm) y se almacenaron a 4 ºC durante 8 días.

2.4 Evaluación sensorial

Durante el almacenamiento, se realizó un análisis sensorial de las láminas de berenjenas durante los días 0, 4 y 8 de almacenamiento, mediante un panel semi-entrenado de 10 personas, evaluando su apariencia general y pardeamiento. Los diferentes parámetros de calidad fueron evaluados utilizando una escala continúa de 9 cm, donde 1 = muy malo, 5= aceptable y 9 = excelente. Se asignaron números intermedios, según corresponda (Ghidelli et al., 2014).

2.5 Parámetros de color

El color objetivo en la superficie de corte de las berenjenas IV gama fue determinando mediante el uso del equipo Minolta Chroma Meter modelo CR-300 (Osaka, Japón). Para ello, se analizaron tres bandejas por tratamiento tomadas al azar, con un total de tres láminas de berenjena por bandejas. Según el estándar CIE lab, los parámetros L* (luminosidad), a* (tonalidad rojo-verde) y b* (tonalidad amarillo-azul), se utilizaron para medir el índice de pardeamiento (BI), mediante el uso de la ecuación (1) (Bal et al., 2011):

$$BI = \frac{(x-0{,}31)\cdot 100}{0{,}17} \quad (1)$$

donde,

$$x = \frac{(a+1{,}75\cdot L)}{(5{,}645\cdot L+a-3{,}012\cdot b)} \quad (2)$$

2.6 Intensidad Respiratoria

A continuación se comparó el tratamiento optimizado con respecto a láminas de berenjenas sin tratar, mediante la evaluación de la intensidad respiratoria al día 0 y 8 de almacenamiento a 4 ºC. Para ello, láminas de berenjenas fueron colocadas dentro de frascos herméticamente cerrados durante 1 h y se midió el contenido de CO_2 mediante el uso de un analizador portátil digital de gases (Checkpoint, PBI, Dansensor, Ringsted, Dinamarca). Todas las mediciones se realizaron por triplicado y la producción de CO_2 se expresó en mL de CO_2 kg^{-1} h^{-1}.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluaron diferentes combinaciones de temperatura y tiempo de inmersión de las láminas de berenjenas en agua destilada, seguido de un baño en una solución de ácido ascórbico al 1% para inhibir el pardeamiento enzimático. A partir de ellos, se obtuvieron modelos matemáticos para describir el comportamiento del pardeamiento bajo las condiciones de almacenamiento establecidas durante los días 0,4 y 8.
Las tablas 1, 2 y 3 muestran las combinaciones realizadas de los parámetros temperatura y tiempo inmersión para los días de almacenamiento evaluados, siguiendo un diseño central compuesto, con un total de 11 experiencias. Se determinó la influencia de estos parámetros sobre la inhibición del pardeamiento.

Tabla 1. Tratamientos del diseño central compuesto. Resultados experimentales obtenidos para la inhibición

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

del pardeamiento enzimático de láminas de berenjenas para el día 0 de almacenamiento.

Condiciones Experimentales			Evaluación sensorial		Parámetros de colo
Ensayo	T (°C) X_1	t (s) X_2	Apariencia Gral	Pardeamiento	BI
1	40 (-1)	30 (-1)	9.00	9.00	17.67
2	40 (-1)	90 (1)	9.00	9.00	18.16
3	60 (1)	30 (-1)	8.00	8.00	19.09
4	60 (1)	90 (1)	8.00	8.00	21.16
5	50 (0)	60 (0)	9.00	9.00	18.11
6	50 (0)	60 (0)	9.00	9.00	18.17
7	50 (0)	60 (0)	9.00	9.00	17.99
8	35,9 (-α)	60 (0)	8.00	8.00	18.00
9	64,1 (α)	60 (0)	8.00	8.50	22.21
10	50 (0)	17,7 (-α)	8.00	8.50	17.00
11	50 (0)	102,3 (α)	8.00	8.50	19.01

Tabla 2. Tratamientos del diseño central compuesto. Resultados experimentales obtenidos para la inhibición del pardeamiento enzimático de láminas de berenjenas día 4 de almacenamiento.

Condiciones experimentales			Evaluación sensorial		Parámetros de co
Ensayo	T (°C) X_1	t (s) X_2	Apariencia Gral	Pardeamiento	BI
1	40 (-1)	30 (-1)	6.30	5.45	23.28
2	40 (-1)	90 (1)	6.30	5.45	24.45
3	60 (1)	30 (-1)	6.30	5.45	27.24
4	60 (1)	90 (1)	6.30	5.45	26.35
5	50 (0)	60 (0)	8.00	8.50	18.47
6	50 (0)	60 (0)	8.00	8.50	19.42
7	50 (0)	60 (0)	8.00	8.50	19.87
8	35,9 (-α)	60 (0)	2.15	2.45	26.37
9	64,1 (α)	60 (0)	2.15	2.45	31.52
10	50 (0)	17,7 (-α)	7.75	8.50	24.49
11	50 (0)	102,3 (α)	7.75	8.50	22.03

Tabla 3. Tratamientos del diseño central compuesto. Resultados experimentales obtenidos para la inhibición del pardeamiento enzimático de láminas de berenjenas día 8 de almacenamiento.

Condiciones Experimentales			Evaluación sensorial		Parámetros de color
Ensayo	T (°C) X_1	t (s) X_2	Apariencia Gral	Pardeamiento	BI
1	40 (-1)	30 (-1)	4.10	3,9	22,1
2	40 (-1)	90 (1)	4.20	4	22
3	60 (1)	30 (-1)	4.70	4,5	21,9
4	60 (1)	90 (1)	4.50	4,3	21,7
5	50 (0)	60 (0)	6.40	6.00	19,4
6	50 (0)	60 (0)	6.40	6.00	19,4
7	50 (0)	60 (0)	6.40	6.00	19,4
8	35,9 (-α)	60 (0)	2.30	2.10	22,05
9	64,1 (α)	60 (0)	2.30	2.10	22,05
10	50 (0)	17,7 (-α)	4.10	3.90	22,1
11	50 (0)	102,3 (α)	4.10	3.90	22,1

Estos resultados fueron analizados aplicando la metodología de superficie de respuesta (MSR), mediante una regresión múltiple. La MSR, como se conoce, es un conjunto de técnicas matemáticas y estadísticas utilizadas para modelar y analizar problemas en donde una variable de interés es influenciada por otras. El objetivo fue optimizar la variable de interés, mediante la determinación de las condiciones óptimas de operación del sistema.

De esta forma, a través de los puntos que resultan de la respuesta del problema estudiado, y de la utilización de la función de regresión, se puede obtener un polinomio o función base de primer o segundo grado.

Los coeficientes de la función base se estimaron con una regresión matemática, utilizando el método de mínimos cuadrados. Así, luego de realizar el análisis estadístico, se determinó que los resultados experimentales se ajustaron, en su mayoría, a un modelo cuadrático para los días 4 y 8 de almacenamiento.

Estos modelos describen la influencia de los factores investigados en forma independiente, tanto para temperatura como para tiempo de inmersión, y el efecto de ambos de manera cuadrática.

Los coeficientes encontrados, se muestran en las tablas 4, 5 y 6, para los días 0, 4 y 8 de almacenamiento respectivamente.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 4. Coeficientes de regresión de los modelos reducidos para el tiempo y temperatura de inmersión de berenjenas IV gama para el día 0 de almacenamiento a 4 ºC.

día 0			
Parametros	Apariencia general	Pardeamiento	BI
β_0	9,00	9,000	39,06
X_1	0,00	-0,320	-1,904
X_2	0,00	0,000	0,000
x_1^2	0,00	-0,680	0,020
X_2^2	0,00	-0,430	0,000
X_1X_2	0,00	0,000	0,002
R^2	0,80	0,76	0,80

Tabla 5. Coeficientes de regresión de los modelos reducidos para el tiempo y temperatura de inmersión de berenjenas IV gama para el día 4 de almacenamiento a 4 ºC.

día 4			
Parametros	Apariencia general	Pardeamiento	BI
β_0	5,601	8,50	260,1
X_1	0,519	0,00	-9,59
X_2	0,000	0,00	-0,44
x_1^2	-0,005	-6,06	0,1
X_2^2	0,000	-0,01	0,005
X_1X_2	0,000	0,00	0
R^2	0,98	0,90	0,8

Tabla 6. Coeficientes de regresión de los modelos reducidos para el tiempo y temperatura de inmersión de berenjenas IV gama para el día 8 de almacenamiento a 4 ºC.

día 8			
Parametros	Apariencia general	Pardeamiento	BI
β_0	-2,982	0,434	91,170
X_1	0,312	0,182	-2,584
X_2	0,046	0,027	-0,345
x_1^2	-0,003	-0,002	0,026
X_2^2	0,000	-0,0002	0,003
X_1X_2	0,000	0,000	0,000
R^2	0,95	0,99	0,98

De acuerdo al análisis de resultados, el parámetro más significativo fue la temperatura de inmersión del agua en todos los días de almacenamiento estudiados. En todos los casos, el tiempo influye en la prevención del pardeamiento de las láminas de berenjena pero en menor grado, y solo en un caso (BI para el día 0) se evidencia el efecto de la interacción de estas variables.

Las figuras 1, 2 y 3 representan las superficies de respuesta para las variables analizadas, en los tiempos de almacenamiento estudiados.

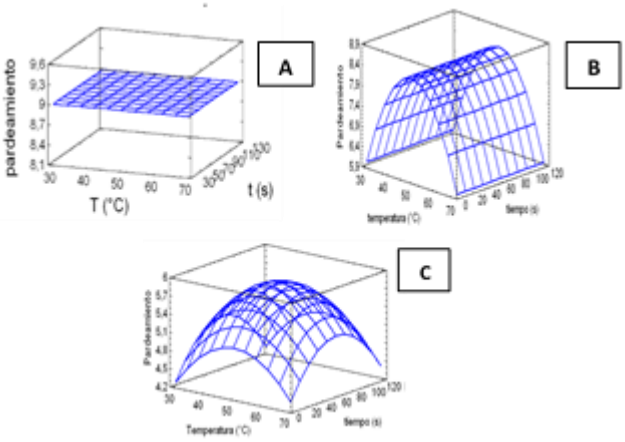


Figura 1. Superficie de respuesta del parámetro Pardeamiento de berenjenas IV gama cv. *Black nite* al día 0 (A), 4 (B) y 8 (C) de almacenamiento a 4ºC.

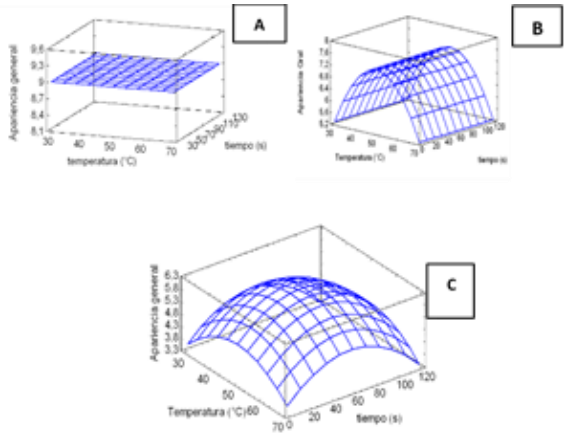


Figura 2. Superficie de respuesta del parámetro Apariencia general de berenjenas IV gama cv. *Black nite* al día 0 (A), 4 (B) y 8 (C) de almacenamiento a 4ºC.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

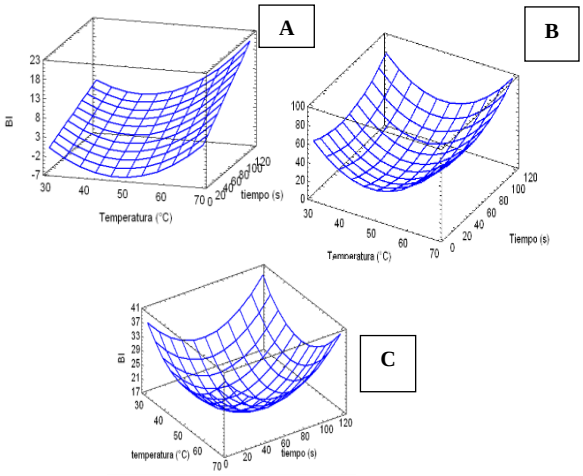


Figura 3. Superficie de respuesta del parámetro Índice de Pardeamiento (BI) de berenjenas IV gama cv. *Black nite* al día 0 (A), 4 (B) y 8 (C) de almacenamiento a 4ºC.

Al día 0, no se registraron diferencias significativas de Apariencia General y pardeamiento en las muestras tratadas. Sin embargo, se observó un aumento en los valores de BI para muestras tratadas a altas temperaturas y tiempos de inmersión en agua caliente.

Seguidamente, al día 4 los atributos evaluados presentaron muy buenas puntuaciones para temperaturas intermedias (45- 55 ºC). Por el contrario, temperaturas inferiores y superiores a ellas, registraron menores valores. De este modo, valores intermedios de temperatura indujeron un menor BI en las muestras, mientras que temperaturas extremas causaron un aumento en este parámetro evaluado.

Al final del almacenamiento, se observó que las temperaturas, en el intervalo de 30 - 40 ºC, no generaron un efecto significativo en la inhibición del pardeamiento de las berenjenas IV gama, y puntuaciones por debajo del límite de aceptación comercial para Apariencia general y Pardeamiento. Al mismo tiempo, la aplicación de tiempos prolongados, 80 - 120 s, tampoco logró disminuir el pardeamiento, generando un aspecto a cocido sobre la superficie de corte. Por lo tanto, se encontró que estas combinaciones no son las adecuadas para inhibir el cambio de color en berenjenas IV gama.

Esto puede deberse a que a temperaturas superiores a 60 ° C y por encima de 80 s se estimuló el daño superficial inducido en las berenjenas IV gama, lo que resulta en una menor puntuación de Apariencia General y Pardeamiento. Sin embargo, temperaturas comprendidas entre 45-55 ºC y tiempos de inmersión entre 50 - 70 s, presentaron mejores resultados en cuanto a inhibición del pardeamiento en la superficie de corte, con valores de evaluación organoléptica muy por encima del límite de comerciabilidad. Por lo tanto, se podría decir que estas zonas de trabajo, son capaces de inhibir y mantener la calidad de las berenjenas cortadas. Resultados similares fueron encontrados por otros autores en rábanos mínimamente procesados, considerando el mejor tratamiento combinado a 50ºC- 1 min y 0,3% ácido cítrico, capaz de inhibir el pardeamiento (Goyeneche et al., 2014).

Por lo tanto, se determinó que la combinación de agua caliente (50 ºC- 60 s) seguido de una inmersión en ácido ascórbico al 1.0% durante 3 min fueron las condiciones óptimas para mantener el color y apariencia general de las berenjenas IV gama con un pardeamiento significativamente menor durante 8 días a 4 ºC.

3.1 Intensidad Respiratoria (IR)

La figura 4 muestra la evolución de la intensidad respiratoria del tratamiento optimizado (agua caliente 50 ºC-60 s; AA 1.0%-3 min) y de las muestras sin tratar (control) al día 0 y 8 de almacenamiento. Al día 0, no se observaron diferencias significativas entre las muestras evaluadas. Al final del almacenamiento, los valores de IR en ambas muestras aumentaron significativamente, sin registrarse diferencias significativas entre ellas.

Esto indica que el tratamiento aplicado no generó un aumento en la actividad metabólica, sino que el aumento es debido a la senescencia propia del vegetal fresco cortado.

Por lo tanto, el tratamiento optimizado no produjo un estrés considerable sobre tejido del vegetal, manteniendo la calidad visual de las berenjenas frescas cortadas almacenada a 4 ºC.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

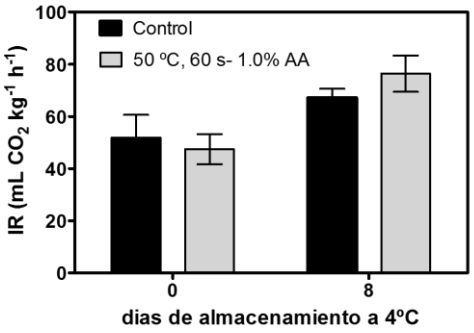


Figura 4. Evolución de la Intensidad Respiratoria (IR) en el tratamiento optimizado (50 ºC, 60 s- 1.0% AA) y muestras sin tratar (control) durante su almacenamiento a 4 ºC.

4 CONCLUSIONES

La aplicación combinada de tratamientos térmicos y la posterior inmersión en ácido ascórbico, como solución antioxidante, permitió obtener modelos matemáticos para la inhibición del pardeamiento enzimático de berenjenas en láminas mínimamente procesadas. El tratamiento de 50 ºC - 60 s, seguido de una inmersión en ácido ascórbico al 1.0 % resultó ser la combinación óptima de procesamiento para las berenjenas cortadas, en términos de la inhibición del pardeamiento enzimático. Además, el tratamiento optimizado no generó un daño en el tejido del vegetal ya que no presentó diferencias significativas en la IR con respecto al control.

De este modo, el tratamiento optimizado permitió mantener la calidad visual e inhibir el pardeamiento de las berenjenas IV gama durante 8 días a 4 ºC.

5 REFERENCIAS

Ansorena, M.R., N.E. Marcovich,, S.I. Roura, Impact of edible coatings and mildheat shocks on quality of minimally processed broccoli (Brassica oleracea L.) during refrigerated storage. Postharvest Biol. Technol. 59: 53–63, 2011.

Alzamora, S. M, Procesamiento mínimo de alimentos: Un enfoque combinado, Las tecnologías emergentes. Énfasis Alimentación. 6 (5), 98-105, 2000.

Bal, L. M., A. Kar, S. Santosh, & S. N. Naik, Kinetics of colour change of bamboo shoot slices during microwave drying. International Journal Food Science and Technology, 46: 827–833, 2011.

Barbagallo, R.N., Chisari, M., Spagna, G, Enzymatic browning and softening in vegetable crops: studies and experiences. Italian Journal of Food Science 21, 3–16, 2009.

Barbagallo, R.N., Chisari, M., Caputa, G, Effects of calcium citrate and ascorbate as inhibitors of browning and softening in minimally processed 'Birgah'eggplants. Postharvest Biol. Technol. 73: 107–114, 2012.

Ghidelli C., M. Mateos, C. Rojas-Argudo, M. B. Pérez-Gago, Extending the shelf life of fresh-cut eggplant with a soy protein–cysteine based edible coating and modified atmosphere packaging. Postharvest Biol. and Technology. 95, 81–87, 2014

Gómez, P.L., S.M. Alzamora, M.A. Castro, D.M. Salvatori. Effect of ultraviolet-C light dose on quality of cut-apple: Microorganism, color and compression behavior. Journal of Food Engineering. 98: 60–70, 2010.

Goyeneche R., V. María. M.V.S. Agüero, Roura, Di Scala K. Application of citric acid and mild heat shock to minimally processed sliced radish: Color evaluation. Postharvest Biol. And Technology. 93: 106-113, 2014.

Hu, W., A., Jiang, M., Tian, C., Liu, Y., Wang. Effect of ethanol treatment on physiological and quality attributes of fresh-cut eggplant. Journal of the Science of Food and Agriculture 90, 1323–1326. 2010.

Hussain Peerzada R., Omeera A, Prashant P. Suradkar, Mohd A. Dar et al, Effect of combination treatment of gamma irradiation and ascorbic acid on physicochemical and microbial quality of minimally processed eggplant (Solanum melongena L.). Radiation physics and chemistry, 103: 131-141, 2014.

Kwak, E.J., S.I., Lim. Inhibition of browning by antibrowning agents and phenolic acids or cinnamic acid in the glucose–lysine model. Journal of the Science of Food and Agriculture 85, 1337–1342. 2005.

Martin-Diana, A.B., D., Rico, J., Mulcahy, J.M., Frías, G.T.M., Henehan, C., Barry-Ryan, 2006. Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage. Journal of Food Engineering. 77, 1069–1077. 2006.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Mishra, B.; Gautam,S.; Sharma, A, Browning of fresh-cut eggplant: Impact of cutting and storage. Postharvest Biology and Technology 67: 44–51, 2012.

Morishita H., Ohnishi M., Absorption, metabolism and biological activities of chlorogenic acids and
related compounds. Studies in Natural Products Chemistry, 25: 919-953, 2001.

Pérez-Gago, M.B., Rojas-Argudo, C., del Río, M.A., Mateos, M. Reducing enzymatic browning of fresh-cut eggplants by antioxidant application. Acta Horticultura. 858, 235–238, 2010.

Soliva-Fortuny, R. C.; Martín-Belloso, O, New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. Trends in Food Science & Technology, 14, 341–353, 2003.

Toivonen, P.M.A., Brummell, D.A, Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. Postharvest Biology and Technology 48: 1-1, 2008.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Anatomía del fruto de Araujia odorata “Doca". Aproximación a su caracterización físico química

Campero, Eliana V.[1]; Barrionuevo, María J.[1]; GómezMarigliano, Ana C[2,4]; Mercado, María I.[3] y Ponessa, Graciela I.[3]

Departamento de Ingeniería en Procesos – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología – Universidad Nacional de Tucumán.
Departamento de Física – Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología – Universidad Nacional de Tucumán INFINOA – CONICET;
Instituto de Morfología Vegetal - Área Botánica -Fundación Miguel Lillo
Investigadora de CONICET
agomezmarigliano@herrera.unt.edu.ar

RESUMEN: *Araujia odorata* “Doca” es una enredadera voluble nativa que crece de forma silvestre en Argentina (Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Salta, Santiago del Estero, Santa Fé, San Juan y Tucumán), y en los países limítrofes Brasil, Paraguay y Uruguay. Presenta hábitat variable, se encuentra tanto en selvas húmedas y sombrías así como en bosques xerófilos, siendo frecuente en cercos. Los diferentes órganos de esta especie son utilizados tradicionalmente con fines alimenticios y medicinales. Así lo refieren los pobladores de la Provincia de Tucumán. Los frutos suelen consumirse asados o preparados como dulce, son recomendados en caso de carencias alimenticias, en tanto el látex obtenido a partir de los mismos se utiliza en odontalgias, para el tratamiento de verrugas y como galactógeno. Se realizó un estudio morfo-anatómico del fruto. Se analizaron diferentes formas de extracción del látex y se realizó una caracterización físico-química del fruto. La humedad de la cáscara y pulpa 84,9% y 87,7% respectivamente. Por espectrofotometría UV-V en diluciones se identificó la presencia de grupos alquenos, alcanos, NH y aromáticos.

Palabras claves: *Araujia odorata*, fruto, látex, espectrofotometría UV-V

ABSTRACT: A. odorata is a native voluble vine that grows wild in Argentina (Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Cordoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Salta, Santiago del Estero, Santa Fé, San Juan and Tucumán), as well as in Brazil, Paraguay and Uruguay. It is a variable habitat plant that is found in both humid and shady forests and in xerophilous forests, being frequent in fences. Different organs of the plant have been traditionally used for food and medicinal purposes, as manifested by the local inhabitants of Province of Tucumán. The fruits are usually consumed roasted or prepared as sweet, they are recommended in case of nutritional deficiencies, while the latex obtained from them is used in toothache, for the treatment of warts and as galactogen. An anatomical study of the fruit was performed. Appropriate ways of extracting the latex were studied, and a physical chemical characterization of the fruit was carried out determining the humidity of the rind (epicarp) and pulp (meso and endocarp) 84.9% and 87.7% respectively. Alkene, alkane, NH and aromatic groups were identified By UV-V spectrophotometry in aqueous dilutions of the latex.

Keywords: *Araujia odorata*, fruit, latex, UV-V spectrophotometry

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

Araujia odorata (Hook. & Arn.) Fontella & Goyder (Apocynaceae, Asclepiadoideae) (Rapini, 2011), conocida popularmente como "tasi", "tási", "doca", "isipo'a", "ysypo'a", "*guaicurú-rembiú*" o "*milkweed vine*", es un sub-arbusto voluble trepador, de 3 m a 5 m de altura (Fig. 1A). Presenta hojas semisuculentas, opuestas, largamente pecioladas, las inferiores ovado-lanceoladas, las superiores triangular-hastadas o sagitadas, de 4-13 cm de long. por 2-5 cm de lat., pubescentes en el envés. Flores en cimas umbeliformes, pauci o plurifloras de corola blanco-verdosa con corona tubulosa blanca sobre elevada con respecto al ginostegio, cortamente estipitado (Fig.1B). Los frutos son folículos dehiscentes, ovoides, lisos, de 8-14 cm de long. x 4-9 cm de lat. (Fig. 1C-E). Semillas oblongas, de 6 - 7 mm de long., rugosas, de color castaño oscuro, con penacho de pelos largos sedosos (Bayón y Arrambarri, 1999; Hechem, 2006).

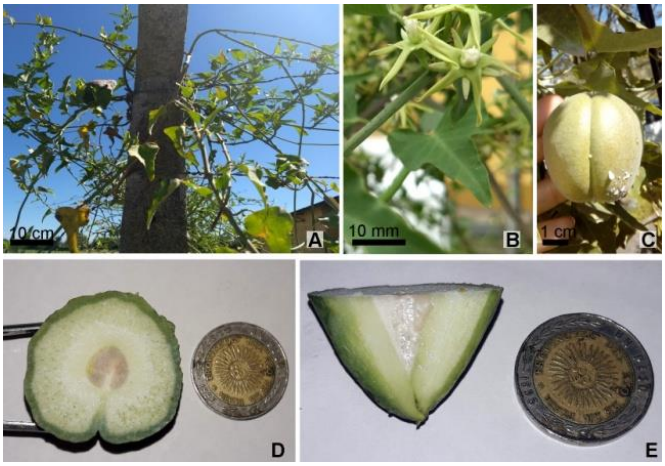


Figura 1. A- Aspecto general de la planta. B. Flor y hoja astada. C-E. Fruto. C. Folículo inmaduro. D. Corte transversal. E. Corte longitudinal.

Se extiende desde Argentina (Buenos Aires, Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Salta, Sgo. del Estero, Santa Fe, San Juan, Tucumán) hasta Brasil, Paraguay y Uruguay, de 0-1000 msm (http://www.darwin.edu.ar/), tanto en selvas húmedas y sombrías como en bosques secos, encontrándose frecuentemente en cercos y alambrados (Meyer et al., 1977).

Se cita el uso del látex y raíces como galactógeno (Tourksarkissian, 1980), odontálgico y para el tratamiento de verrugas (Barboza et al., 2009), para cuajar la leche, para evitar dolores en la dentición, contra empachos, en gárgaras contra la difteria e inflamaciones de la garganta (Burgstaller, 1994; Bustamante, 1927; González Torres, 1992; Lahitte et al. 1998; Martínez Crovetto, 1981; Saggese, 1959; Trillo, 2010), así como el consumo de los flores, tallos, hojas y frutos frescos o cocidos en forma de dulces o conservas (Arenas, 1999; Arenas y Scarpa, 2007). Pobladores rurales de la provincia de Tucumán refieren el uso del látex como sustituto de la goma de pegar.

Sus frutos evidencian cantidades elevadas de calcio, hierro y magnesio, pudiendo sustituir perfectamente a frutos comerciales. Es apta para el consumo humano, en forma de decocciones de la raíz e infusiones y decocciones de hojas y frutos (Chifa y Giménez, 2003; Arenas, 1999; Arenas y Scarpa, 2007).

Químicamente se ha informado sobre la presencia de alcaloides en sus hojas, enzimas proteolíticas en tallos, pecíolos y látex (Barboza et al., 2009; Arriberé et al, 2001; Cavalli et al. 2001).

En cuanto a la morfoanatomía, estudios generales para la familia fueron abordados por Metcalfe y Chalk (1950), Fahn (1979) y Buvat (1989) deteniéndose estos últimos en la descripción de sus estructuras secretoras. Cortadi et al. (2007) realizaron una descripción de la anatomía de órganos vegetativos de especies de *Araujia* y *Morrenia* de uso medicinal, recalcando la importancia de caracteres morfométricos que permiten la diferenciación de las mismas en estado de droga vegetal. Bayón y Arrambarri (1999) realizan una descripción morfoanatómica general de *A. odorata* como parte de una descripción de especies de Apocynaceae, Asclepiadoideae de uso medicinal de la Provincia Pampeana. Carvalho et al. (2017), realizaron un estudio de anatomía foliar de diez especies de *Araujia* y *Morrenia*, entre las cuales se cita *A. odorata*, para establecer nuevas evidencias que apoyan la reinserción de *Morrenia* en *Araujia*, propuesta previamente por Rapini et al. (2011), Farinaccio (2008) y Liede-Schumann et al.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

(2005). La estructura y desarrollo del fruto solo fue descripta de forma exhaustiva para *A. hortorum* por Castro (1986) y sin citas para *A. odorata*.
El látex es una sustancia con una composición de gran complejidad, puesto que entre sus elementos constituyentes se encuentran gomas, aceites, azúcares, sales minerales, ácidos nucleicos, proteínas, alcaloides, terpenos, ceras , hidrocarburos, almidón, resinas, taninos entre otros (Rojas et al., 2008)

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material Vegetal

Área de estudio. Finca San Carlos, Escuela Campamento el Plumerillo, Departamento Burruyacú, Tucumán.

2.2 Microscopía óptica

Se tomaron muestras de 3 frutos verdes (indicados para su consumo por los pobladores rurales, previo a la lignificación) correspondientes a 3 plantas.Los mismos fueron fijados en FAA (formol, alcohol etílico, ácido acético, agua, 100:500:50:350 ml) para su posterior estudio.
Para la observación de epidermis se realizó la técnica de raspado según Metcalfe (D'Ambrogio de Argueso, 1986). Las epidermis fueron decoloradas con hipoclorito de Na al 50%, lavadas con agua destilada y coloreadas con violeta de cresil para determinar características epidérmicas, densidad y tamaño estomático, densidad y longitud de tricomas.
Fragmentos de 1 cm del fruto (en su sección media en la región opuesta a la línea de dehiscencia del folículo) fueron montados en soportes de cera odontológica y posteriormente seccionados de 15-25 µm de espesor con un micrótomo rotativo de minot Microm HM315. Las secciones obtenidas fueron observadas directamente a microscopio óptico o decoloras durante 10 min en solución clarificante de hipoclorito de Na al 50%, lavadas con agua destilada y coloreadas con coloración doble sucesiva azul astral-safranina, finalmente se realizaron preparados semi-permanente montando en agua: glicerina (1:1) (Zarlavsky 2014). Del mismo modo se procedió con los frutos sometidos a diferentes procedimientos de extracción con agua a temperatura ambiente (durante 24 h) y con agua hirviendo en forma de decocción.

Para la observación de los preparados histológicos se utilizó un microscopio óptico binocular Carl Zeiss Lab. A1 Axiolab con cámara AxioCam ERc 5s Zeiss adosada. Las mediciones de los tejidos se realizaron utilizando el programa Axio Vision release 4.8.2.

2.3 Humedad

Se determinó la humedad del fruto mediante las técnicas oficiales del AOAC, en estufa a 50 °C hasta peso constante.

2.4 Extracción y composición del látex

Para la obtención del látex del fruto, se cortó y extrajo la pulpa (mesacarpio), que fue prensada.
A las muestras obtenidas se le realizaron:
1) espectros Raman
2) diluciones con diferentes solventes, agua, acetona y etanol a fin de evaluar posibles extracciones de componentes activos.
3) espectros UV-V de los extractos.

3 RESULTADOS

3.1 Anatomía del fruto

En vista paradermal presenta células epidérmicas de paredes anticlinales rectas a ligeramente curvadas, gruesas (Fig. 2A). Cutícula gruesa con estriaciones entorno a elevaciones donde se encuentran los estomas. Estomas ciclo y anomocíticos de 26,99 ± 4,65 µm de long. por 18,90 ± 2,28 µm de lat., en una densidad de 6 ± 2,3 x mm^{-2}. Tricomas eglandulares unicelulares o pluricelulares uniseriados de cutícula ornamentada y ápice redondeado de 105,82 ± 36,93 µm long., en una densidad de 24 ± 6,4 x mm^{-2}.
En transcorte se observa epicarpio constituido por epidermis unistrata, cutícula gruesa, estomas sobre-elevados con respecto a la superficie epidémica con células oclusivas con marcado reborde cuticular; 5-6 estratos de colénquima angular a laminar y 6-7 estratos de parénquima compacto constituido por células poliédricas isodiamétricas (Fig. 2B y C).
En el mesocarpio se distinguen cuatro zonas (Fig. 2C): una externa compacta constituida por parénquima de células isodiamétricas, en ocasiones con almidón donde se observan haces vasculares colaterales cerrados acompañados por casquetes de fibras esclerenquimáticas muy

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

desarrolladas hacia el floema (Fig.2C-H), las cuales marcan el límite entre el epi y mesocarpio (Fig. 2C y D); una zona laxa, conformada por células parenquimáticas de mayores dimensiones que conforman un aerénquima por su disposición laxa con grandes espacios de aire (Fig.2I); una zona interna nuevamente compacta constituida por células parenquimáticas isodiamétricas de menores dimensiones; y finalmente la cuarta zona, la cual conforma una estrecha región aerenquimática constituida por células braquimorfas de brazos cortos (Fig.2J).

A través del epi y del mesocarpio corren laticíferos no articulados ramificados de diversas dimensiones formando una intrincada red, subepidérmica, a través de los casquetes de fibras que acompañan a los haces vasculares, en el tejido de conducción y en la diferentes regiones parénquimáticas del mesocarpio, atravesando las columnas parénquimáticas en las zonas donde predomina el aerénquima (Fig.E, F,G, I). Los conductos observados en las regiones internas presentan mayores dimensiones.

El endocarpio presenta una dos a tres estratos de células alargadas tangencialmente, algo imbricadas entre sí.

Los frutos sometidos a técnicas extractivas del látex mediantes agua a temperatura ambiente y agua hervida presentaron la misma estructura anatómica que el fruto fresco y contenido de látex remanente en sus conductos laticíferos (Fig.3A-D). En el material sometido a extracción con agua hervida se observa debilitamiento de laminillas medias y laxitud en los tejidos.

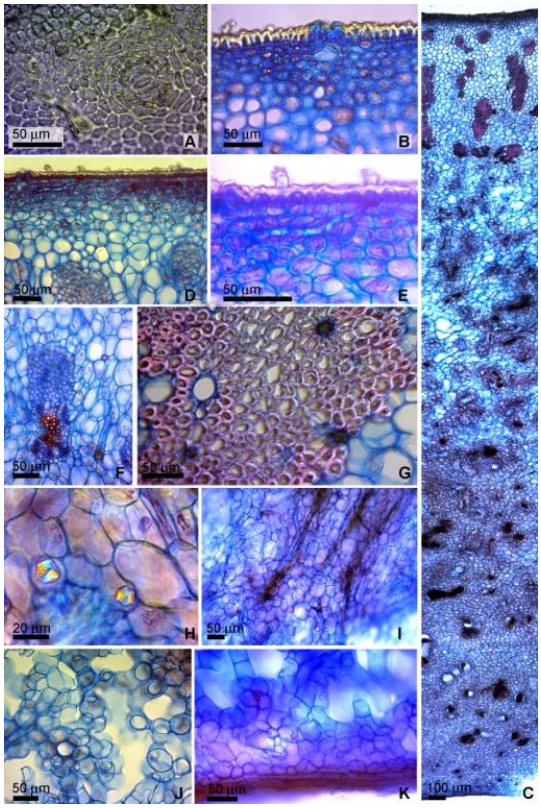


Figura 2. *A. odorata* A. Vista paradermal, epidermis de fruto. B. Aspecto de estoma en transcorte. C. Corte transversal de pericarpio. D. Límite entre epi y mesocarpio determinado por la presencia de haces de fibras esclerenquimáticas. E. Detalle de conducto laticífero subepidérmico. F. Haz vascular de mesocarpo. G. Detalle de laticíferos presentes en casquetes de fibras. H. Granos de almidón en parénquima del mesocarpo. I. Laticíferos en zona aerenquimática formado por células parenquimática de disposición laxa en el mesocarpio. J. Laticíferos en zona aerenquimática formado por células braquimorfas en el límite mesocarpio, endocarpio. K. Endocarpio.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

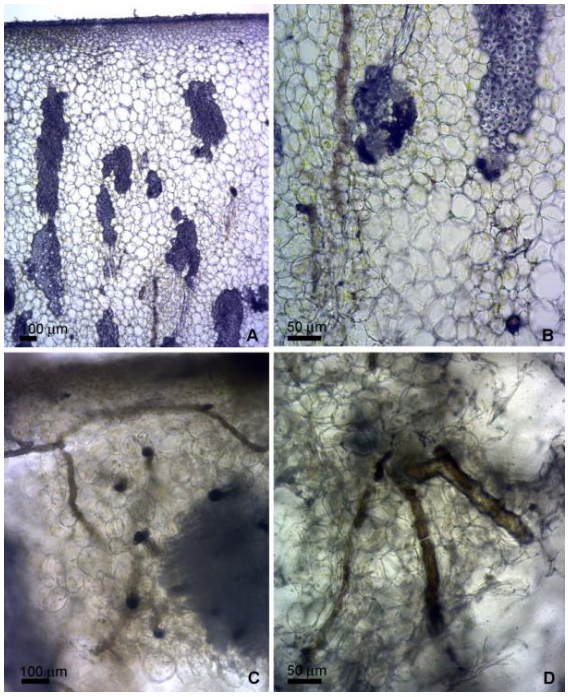


Figura 3. Transcorte de pericarpio de *A. odorata* sometido a diferentes técnicas extractivas del látex. A-B. Extraído en agua a temperatura ambiente. C-D. Extraído en agua hirviendo.

3.2 Humedad

La humedad de cáscara (epicarpio) fue 84,9% y pulpa (mesocarpio y endocarpio) 87,7%.

3.3 Extracción y composición del látex

El volumen aproximado de látex obtenido por prensado de la pulpa (meso y endocarpio) para un fruto de 12 cm de largo es 5 cm^3.
A la muestra de látex se le realizó un espectro Raman con Espectrógrafo Raman DXR (ThermoScientific). En la figura 4 se observa el espectro obtenido en el cuál aparecen claras evidencias de ν_{NH} (3.400 -3.200) cm^{-1}, ν_{NCC} y ν_{CC} de aromáticos (1.700-1.600) cm^{-1}, ν_{CH} (3.100-2.900) cm^{-1} de alcanos y aromáticos. Se observan además bandas correspondientes a éteres y ésteres.

Se trituró la pulpa recién extraída del fruto y se dejó macerar por 24 hs. Se extrajo la fase líquida, realizándose los espectros UV-Vis de cada muestra que se observan en la figura 5. En ella se comprueba que cada solvente extrae en zonas diferentes. Además en el etanol se observan bandas que pueden asociarse a R-N=N-R (340 nm) y de clorofila a en aproximadamente 400 nm y 600 nm, además de los característicos de alcanos y alquenos en la zona de 200 nm.

4 CONCLUSIONES

1) Se describe por primera vez la anatomía de frutos de *A. odorata*. Determinado que frutos sometidos a técnicas extractivas de látex mediante agua a temperatura ambiente y agua hervida presentan la misma estructura anatómica que el fruto fresco y contenido de látex remanente en sus conductos laticíferos. El material sometido a extracción con agua hervida presenta debilitamiento de laminillas medias y laxitud en los tejidos.
2) Se informa los porcentajes de humedad de la cascara cáscara (epicarpio) 84,9% y pulpa (mesocarpio y endocarpio) 87,7% del fruto.
3) Los espectros Raman y UV-V del látex obtenido a partir de los frutos muestran presencia de variados compuestos entre los que se destacan enlaces NH, que manifiestan la posibilidad de presencia de alcaloides. Se observan también bandas correspondientes a alcanos, alquenos y aromáticos.

5 REFERENCIAS

Arenas P., Scarpa G.F. 2007. Edible wild of the plants Chorote Indians, Gran Chaco, Argentina. Botanical Journal of the Linnean Society 153: 73-85.

Arenas P. 1999. *Morrenia odorata* (Asclepiadaceae), an edible plant of the gran chaco. Economic Botanny 53:81-97.

Arribére M.C., Cavalli S.E.V., Priolo N.S., Caffini M.O., Gattuso M., Cortadi A.A. 1999. Proteolytic enzymes from the latex of *Morrenia odorata* (Hook et Arn.) Lindley (Asclepiadaceae). Acta Hortic., 501: 259-268.

Barboza G.E., Cantero J.J., Nuñez C., Ariza Espinar L., Pacciaroni A. del V. 2009. Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. Kurtziana, 34 (1-2): 7-365.

Bayón D.N., Arambarri, A.M. 1999. Anatomía y Etnobotánica de las especies medicinales de la Provincia Pampeana: Asclepeadaceae. Acta Farm. Bonaerense 18 (1): 23-31.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

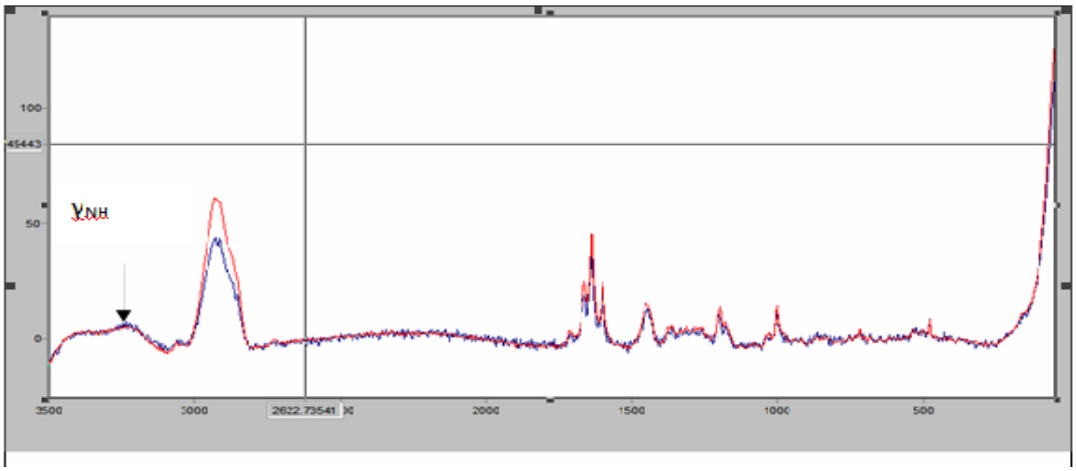


Figura 4. Espectros Raman de Látex de *A. odorata* (--) y diluido en agua (--).

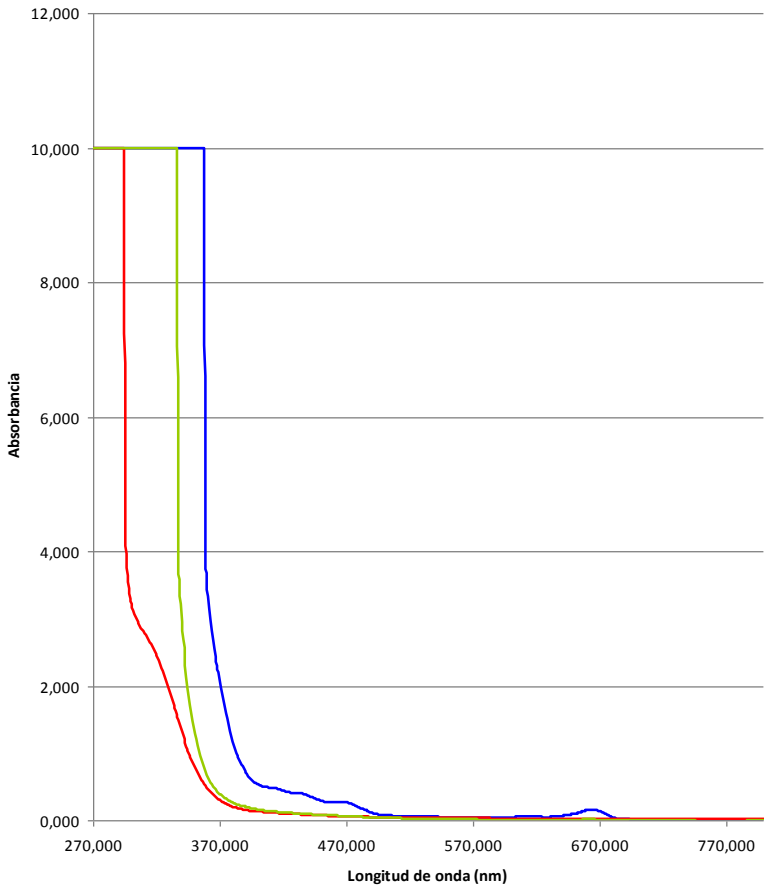


Figura 5. Espectros UV-Vis de látex de *A. odorata* diluido en etanol (--), agua (--), acetona (--).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Burgstaller J. A. 1994. 700 hierbas medicinales (sus propiedades terapéuticas – usos y dosis), Edicial S.A., Bs. As, Argentina. 129 pp.

Bustamante, R. 1927. Ontogeny, all differenntiation and structure of vascular plants. Springer – Verlag. Berlin pp. 533-557.

Carvalho R., Olazar Pellissari L.C., Pace M.C., Scremin-Dias E., De Oliveira Arruda R., Farinaccio M.A. 2017. Leaf morphoanatomy of *Araujia* and *Morrenia* (Asclepiadoideae, Apocynaceae): phylogenetic implications and species key. Botanical Journal of the Linnean Society(20): 1-14.

Castro M.A. 1986. Anatomía del fruto de *Araujia hortorum* E. Fourn. (Asclepiadaceae). Parodiana 4 (2): 195-203.

Cavalli S.V., Cortadi A., Arribére M.C., Conforti P., Caffini N.O., Priolo N. 2001. Comparison of two cysteine endopeptidases from latices of *Morrenia brachystephana* Griseb. and *Morrenia odorata* (Hook et Arn.) Lindley (Asclepiadaceae). Biol Chem. 382(5): 879-83.

Chifa C., Giménez C. 2003. Aprovechamiento de Morrenia odorata (Hook & Arn.) Lindl. (Asclepiadeceae) «Tasi» en medicina tradicional como una alternativa en la alimentación humana. Ciencia e investigación 6 (1): 19-24.

Cortadi A., Scandizzi A., Gattuso S., Priolo N., Caffini N., Gattuso M. 2007. Estudio morfoanatómico de especies de Géneros *Araujia* y *Morrenia* (Asclepieadaceae) utilizados en medicina popular. Rojasiana 5 (1): 15- 36.

D'Ambrogio de Argüeso A. 1986. Manual de técnicas de histología vegetal. Editora Hemisferio Sur, Buenos Aires, 83 pp.

Fahn A. 1979. Secretory tissues in plants. Acadermic Press. Oxford. 287 pp.

Farinaccio M.A. 2008. Sistemática molecular de Oxypetalum R.Br. (Apocynaceae, Asclepiadoideae). PhD thesis, Universidade de São Paulo. http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-02062008-143035/ (accessed: January 2018).

González Torres D. 1992. Catálogo de Plantas Medicinales (y Alimenticias y Utiles) Usadas en Paraguay. Asunción, Paraguay. 165 pp.

Hechem V., Ezcurra C. 2006. Asclepiadaceae, Flora Del Valle De Lerma, 7 (13); 33-36.

Lahitte H.B., Hurrell J.A., Belgrano M.J., Jankowski L., Haloua P., Mehltreter K. 1998 Plantas Medicinales Rioplatenses. L.O.L.A. Ed. Buenos Aires. Argentina. 74 pp.

Liede-Schumann S, Rapini A, Goyder DJ, Chase MW. 2005. Phylogenetics of the New World subtribes of Asclepiadeae (Apocynaceae – Asclepiadoideae): Metastelmatinae, Oxypetalinae, and Gonolobinae. Systematic Botany 30:184–195.

Martínez Crovetto R. 1981. Plantas Utilizadas en Medicina en el N.O. de Corrientes. Miscelánea Nº69. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 87 pp.

Metcalfe C., Chalk L. 1950. Anatomy of the Dicotyledons. Clarendon Press, Oxford, pp 917-925.

Meyer T., Villa Carenzo M., Legname P. 1977. Flora ilustrada de la provincia de Tucumán. Ministerio de Cultura y Educación de la Nación. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 305 pp.

Rapini A., Pereira J.F., Goyder D. 2011. Towards a stable generic circumscription in Oxypetalinae (Apocynaceae). Phytotaxa 26: 9–16.

Saggese, D. 1959. Yerbas Medicinales Argentinas. 10ª ed. Corregida y Aumentada por el Farmacéutico Saggese, Angel Antonio. Bs. As., Argentina. 119 pp.

Toursarkissian, M. 1980. Plantas Medicinales de la Argentina. Editorial Hemisferio Sur. 178 pp.

Trillo C., Arias Toledo B., Galetto L., Colantonio S. 2010. Persistence of the Use of Medicinal Plants in Rural Communities of the Western Arid Chaco (Córdoba, Argentina). The Open Complementary Medicine Journal 2: 80-89.

Zarlavsky G. E. 2014. Histología vegetal: Técnicas simples y complejas. Sociedad Argentina de Botánica. Buenos Aires, Argentina, 198 pp.

Rojas, Janne; Rondón, María; Meccia, Gina; Morales, Antonio. 2008. Análisis por CG/EM de hidrocarburos y compuestos terpénicos en las especies Euphorbia caracasana Boiss y Euphorbia cotinifolia L. (Euphorbiaceae). *Rev. Latinoamer. Quím.* 36, (1), 22-28. http://www.darwin.edu.ar/

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Diseño y construcción de un colector solar de placa plana destinado a pequeños productores de Santiago del Estero

Fernández, F.[1]; Figueroa, M. E.[1] y Vidal, T.[1]

(1) Integrantes del Proyecto D-TEC 0016/13 "Diseño de procesos alternativos de transferencia tecnológico/productivo hacia sistemas de producción complejos (sistemas de producción de la Agricultura Familiar)". Universidad Nacional de Santiago del Estero-UNSE. 4200 Santiago del Estero Capital, Argentina; e-mail: ffernandez@hotmail.com

RESUMEN: Se presenta el proceso de diseño y construcción de un colector solar de placa plana con circulación por termosifón para el calentamiento de agua de consumo doméstico/productivo. El caso de estudio, para el cual se destina el prototipo, es un pequeño productor familiar ubicado en un entorno rural del Departamento Banda que posee altos requerimientos de energía durante sus actividades. La premisa fue lograr un diseño con materiales relativamente económicos, fácil de construir, resistente a las heladas y de funcionamiento confiable. Se describen los criterios utilizados para la selección de los materiales y las técnicas de fabricación de las diferentes partes del equipo. Se ha desarrollado un colector solar robusto, eficiente y a un precio relativamente accesible, utilizando materiales disponibles en proveedores locales, en particular el aluminio para la placa absorbedora, lo cual permite reducir el costo, ausencia de problema de abastecimiento y un colector más liviano. La placa absorbedora posee una superficie de 1.2 m^2 que permite calentar agua a una temperatura entre 40 a 60 ºC con un volumen de acumulación máximo de 80 litros. Se ha diseñado y construido un colector solar que permite un ahorro energético y económico importante, destinado a productores de la agricultura familiar y que aprovecha recursos renovables.

Palabras claves: energía solar, colector plano, productores familiares.

ABSTRACT: The process of design and construction of a flat plate solar collector with thermosyphon circulation for water heating for domestic / productive consumption is presented. The case study, for which the prototype is intended, is a small family producer located in a rural area of the Banda Department that has high energy requirements during its activities. The premise was to achieve a design with economical materials, easy to build, resistant to frost and reliable operation. The criteria used for the selection of the materials and the manufacturing techniques of the different parts of the equipment are described. A robust, efficient solar collector has been developed at a relatively accessible price, using materials available from local suppliers, particularly aluminum for the absorber plate, which allows to reduce the cost, absence of supply problem and a lighter collector. The absorber plate has a surface of 1.2 m2 that allows to heat water at a temperature between 40 to 60 ºC with a maximum accumulation volume of 80 liters. A solar collector has been designed and built that allows significant energy and economic savings, aimed at producers of family farming and who uses renewable resources.

Keywords: solar energy, flat collector, family producers.

1 INTRODUCCION

En nuestro país la mayor parte de los agricultores familiares reside en sitios rurales donde, en muchos casos, no cuentan con acceso a servicios públicos de electricidad y tienen una alta dificultad para acceder al gas envasado. Esta situación incide directamente en las condiciones de vida, producción, transformación y agregado de valor de los bienes y servicios que provienen de este sector, y afecta su competitividad sistémica. En esas condiciones, el aprovechamiento de las energías renovables como la energía solar ocupa un rol estratégico. Las fuentes de energía para calentar agua en estas zonas son leña, carbón y gas envasado. Estos recursos no resultan fáciles de obtenerlos, son escasos, cada vez hay que ir más lejos para conseguirlos y los costos de adquisición son elevados.

El sol es una fuente de energía que podemos aprovechar para tener agua caliente en nuestra casa y en las actividades productivas. El colector solar es una tecnología que nos permite absorber la radiación solar, calentar el agua y almacenarla en un tanque para poder administrarla durante el día (Duffie y Beckman). Esta forma de calentar agua resulta económica; el equipamiento necesario es fácil de mantener, reparar y es amigable con el medioambiente.

El colector solar de placa plana es uno de los componentes centrales de las instalaciones para calentamiento de agua, que pueden pensarse para cumplir funciones de provisión de agua sanitaria, calentamiento de agua de piscinas, climatización, aprovechamientos industriales, etc. El principal propósito de un colector solar es captar la mayor cantidad de energía al menor costo total posible. Esto implica que el colector debería tener una vida útil larga, soportar los efectos adversos de la radiación ultravioleta, la corrosión y las incrustaciones. No lo deberían afectar las heladas, granizo y vandalismo entre otras causas.

Los colectores solares de placa plana son construidos habitualmente con una superficie absorbedora de chapa y tubos soldados o prensados a la chapa, de manera que la energía que llega del sol a la chapa se transfiere al agua que circula por los tubos mediante conducción de calor. Por lo tanto, para esta configuración del colector es necesario usar un material de alta conductividad térmica (normalmente cobre) como material de la chapa y de los tubos.

2 DESCRIPCION DE LOS COMPONENTES DEL COLECTOR SOLAR

Los componentes esenciales de los colectores solares de placas planas, figura 1, son (Javier H. García):

Placa de absorción: es el elemento encargado de absorber la radiación solar, transformarla en energía térmica y transferirla al fluido; normalmente están construidas en metal (cobre, aluminio y acero inoxidable). Se recomienda que la placa de absorción se fabrique con materiales que posean una conductividad térmica mayor a 125 W/m ºC y absortancia mayor a 0.9. Además deben fabricarse con un espesor mínimo de 0.2 mm según sea el tipo de material.

Conductos para la circulación del fluido: el colector de placas planas posee una serie de conductos por el que circula el fluido de trabajo, este recibe y transporta la energía térmica absorbida por la placa hacia el equipo de acumulación. Existen dos formas de circulación del fluido, serie (serpentín) y paralelo (parrilla) e igualmente también hay diversas disposiciones de la unión placa-conductos.

Cubierta: es una lámina de material transparente montada en frente del absorbedor y en la parte superior del colector, creando un espacio entre la placa y ella de 2 cm. La función de la cubierta es permitir el paso de la radiación solar absorbida por la placa; igualmente disminuye la cantidad de radiación infrarroja que se escapa al exterior, disminuyendo de esta forma las pérdidas del colector. Tomando en cuenta estas funciones, el material utilizado en la cubierta debe poseer las siguientes características: elevada transmitancia dentro del espectro solar; baja transmitancia para longitudes de onda largas (mayores a 3µm) y elevado índice de reflexión, además, bajo índice de absorción en cualquier longitud de onda.

Aislante térmico: es el punto básico para disminuir las pérdidas de calor por conducción en la parte inferior y lateral del colector. Las características que debe poseer el material utilizado para ser un buen aislante son: no debe deteriorarse, gasificarse o vaporizarse a temperaturas alrededor de los 200 ºC, resistencia a la repetición de los ciclos térmicos entre 35 ºC y 120 ºC, baja conductividad térmica (menor de 0.040 W/mºC en el rango de 20 a 120 ºC), no debe desplomarse, compactarse o adherirse cuando se repiten los ciclos térmicos y de humedad y no debe absorber o retener agua.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Caja, junturas y selladores: la caja es el elemento que soporta todos los componentes del colector, la cual impide que la humedad, polvo y aire penetren por el colector y disminuyan su eficiencia. Para su diseño se deben tomar en cuenta tres elementos: hermeticidad para los aislantes y la placa de absorción, posibilidad de fijación del colector a la estructura donde va ser instalado y apoyo seguro para la cubierta. Los materiales para su construcción son muy variados: aluminio, chapa galvanizada, madera, termoplásticos para alta temperatura o fibra de vidrio laminada. La completa hermeticidad del colector se consigue con un perfil que rellene las junturas, como un buen sellador, el cual debe cumplir con las siguientes características: resistencia a la radiación ultravioleta y a la intemperie, no volverse quebradizo ni endurecerse, buena adhesión con las distintas superficies, resistencia a la repetición de los ciclos térmicos, expandirse y comprimirse en forma adecuada para soportar las dilataciones y contracciones debidas a la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica de los elementos.

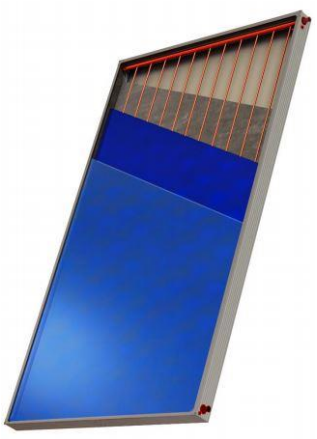


Figura 1. Colector solar de tecnología plana.

3 DISEÑO DEL COLECTOR

3.1 Dimensionamiento del equipo

El parámetro más importante a determinar es el área de la placa de absorción; y el punto de partida para su evaluación, es la carga térmica anual y la radiación promedio del lugar del emplazamiento, de acuerdo con la siguiente expresión (Duffie y Beckman):

$$A_C = \frac{L_{UA}}{\eta \cdot H_T} = \frac{Q_{UA}+Q_T}{\eta \cdot H_T} \quad (1)$$

Dónde:

A_C: área de la placa de absorción [m^2]
L_{UA}: carga térmica mensual [GJ/año]
Q_{UA}: calor requerido para calentar el agua [GJ/año]
Q_T: pérdidas en el tanque [GJ/año]
Ƞ: eficiencia colector (asumida)
H_T: Irradiación global promedio anual a una cierta inclinación [kWh/m^2dia]

Para la evaluación de los términos de la expresión (1), se deben hacer las siguientes apreciaciones: 1) Se realizan los cálculos tomando en cuenta el promedio anual de la radiación solar, debido a la poca diferencia que se presenta entre cada uno de los meses. 2) El calentador será ubicado en el paraje El Polear, Departamento Banda Santiago del Estero. 3) La inclinación del colector con respecto a la horizontal, es de 27 grados, que es la latitud del lugar y a que de esta manera la radiación incidente es mayor.

Para la radiación global promedio sobre la superficie, H_T, se tomarán como base, los datos extraídos de sitio web de la NASA, que para el caso de este trabajo, debido a la no inclinación del colector, se toma como el valor de HT, el valor promedio de la radiación global sobre la superficie del colector, por tanto:

H_T= 4.90 kWh/m^2dia = 17.64 MJ/ m^2 día (2)

Para dimensionar el colector es necesario calcular la carga térmica mensual, la cual está conformada por el calor necesario para obtener los 80 litros diarios de agua a 50 ºC y las pérdidas en el tanque acumulador, de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$L_{CA} = Q_{UA} + Q_T \quad (3)$$

$$Q_{UA} = m \cdot N \cdot C_P \cdot (T_f - T_o) \quad (4)$$

$$Q_T = (UA)_T \cdot (T_f - T_a) \quad (5)$$

Dónde:
m: consumo diario de agua caliente kg/día
N: días del año.
C_P: calor especifico del agua en J/kg ºC
T_f: temperatura final del agua

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

T_o: temperatura inicial del agua, de tres grado menor a la temperatura ambiente (18 ºC)
Ta: temperatura ambiente en ºC

En un principio se supondrá que las pérdidas en el tanque son despreciables para el cálculo del área del colector, por lo cual sólo se necesita conocer la carga para el calentamiento del agua, entonces:

$$Q_{UA} = 80 \cdot 365 \cdot 4190 \cdot (50 - 18) = 3915\ MJ/año$$

Se requieren 3915 MJ anuales para satisfacer las necesidades de agua caliente de la vivienda, sin tener en cuenta las pérdidas presentadas en el tanque. Para la determinación del área de la placa de absorción se tiene que de acuerdo con la expresión (1), los datos obtenidos anteriormente y suponiendo una eficiencia media de 50 % (η = 0,5), se obtiene:

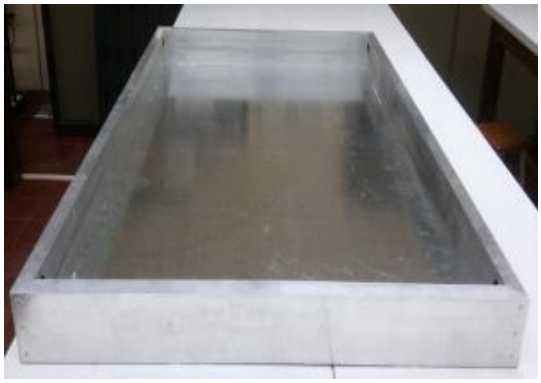
$$A_C = \frac{3915}{0.5 \cdot 17{,}64 \cdot 365} = 1.20\ m^2$$

Se requerirá entonces un colector cuya placa de absorción sea de 1,2 m^2 para calentar el agua.
Selección de Materiales

Para la selección de los materiales se tuvieron en cuenta los siguientes criterios: disponibilidad, costo, practicidad, eficiencia y propiedades térmicas y ópticas.
El material que se utilizará para la caja del colector es un perfil de aluminio y lámina galvanizada, debido a que son materiales muy resistentes a la intemperie y no requieren acabado especial en sus superficies. A nivel comercial se presentan en barras de 6 m y laminas de 1.22 x 2.44 m.
Como aíslate térmico se propone utilizar lana de vidrio, la cual es un material de fácil consecución y bajo costo. Están disponibles en distintos espesores, con y sin lamina reflectiva de aluminio. El espesor que se utilizará en la parte inferior del colector es de 50 mm, mientras que el espesor en los laterales será de 20mm. Estos dos valores se han obtenido teniendo en cuenta las dimensiones de la caja y las necesidades a cubrir.
El material que constituirá la *cubierta* del colector es *vidrio claro templado*, ya que presenta buenas propiedades de resistencia a la degradación, una transmitancia aceptable, facilidad de manejo y adquisición. Normalmente un colector con una superficie de 2 m^2 lleva una cubierta de vidrio de 4 mm de espesor.
La distancia entre la placa de absorción y la cubierta será de 2 cm; la misma, se estableció tomando en cuenta las recomendaciones de otros trabajos (Javier H. García).
La placa de absorción y las tuberías de circulación del agua, son la parte más importante del colector, por tanto no sólo se debe seleccionar el material, sino también la configuración que va a tener el circuito hidráulico, con el fin de buscar una mayor eficiencia. Se seleccionará cobre o su defecto aluminio, debido a su buena conductividad térmica y costo aceptable.
El espesor que se utilizará para la placa será de 0.5 mm, según lo recomendado por las normas (Morante F. 2006). El acabado que se dará a la placa es pintura negra mate anti calórica, para obtener así una mejor absortancia.

4 CONSTRUCCION DEL SISTEMA

Para la construcción de la *caja*, figura 2, se utilizó un perfil rectangular de aluminio anodizado de 25x90 mm y una lámina galvanizada de calibre 27. Lo primero fue armar el marco con el perfil rectangular uniendo cada esquina por medio de una ménsula y remache pop. En la parte posterior del marco se fijó la lámina galvanizada con ayuda de un sellador de silicona de alta temperatura y remache pop.



ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

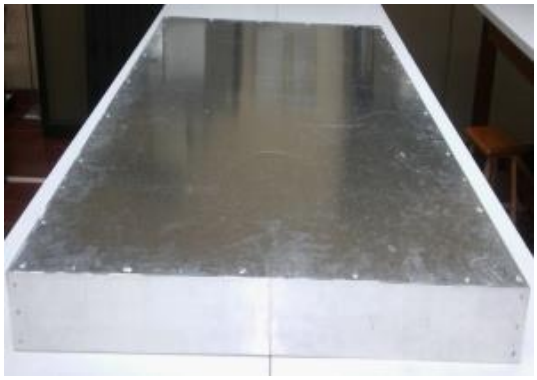


Figura 2. Proceso constructivo de la caja.

La *placa absorbedora*, figura 3, se construye en forma de parrilla, constituida por dos tubos colectores y por ocho longitudinales de material de cobre rígido. La parrilla se monta entre una lámina continua y unas pequeñas aletas de aluminio en forma de omega, esta última permite una excelente superficie de contacto. Las aletas se realizaron por medio de un molde de madera y una prensa hidráulica manual. Finalmente, se aplicó a la placa absorbedora una capa de pintura anti calórica de color negro mate.



Figura 3. Montaje de placa absorbedora.

La *aislación térmica*, figura 4, del colector se realizó con dos planchas de lana de vidrio de 30 mm de espesor cada una; la planchas que van en la parte superior lleva una lámina reflectiva de aluminio.



Figura 4. Proceso de aislamiento térmico con lana de vidrio convencional.

Finalmente, para terminar el proceso constructivo, figura 5, se monta la placa absorbedora y la cubierta de cristal templado de 4 mm. La unión del marco con la cubierta se sella con silicona neutra para evitar que entren partículas de polvo y no afecten la eficiencia del mismo.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

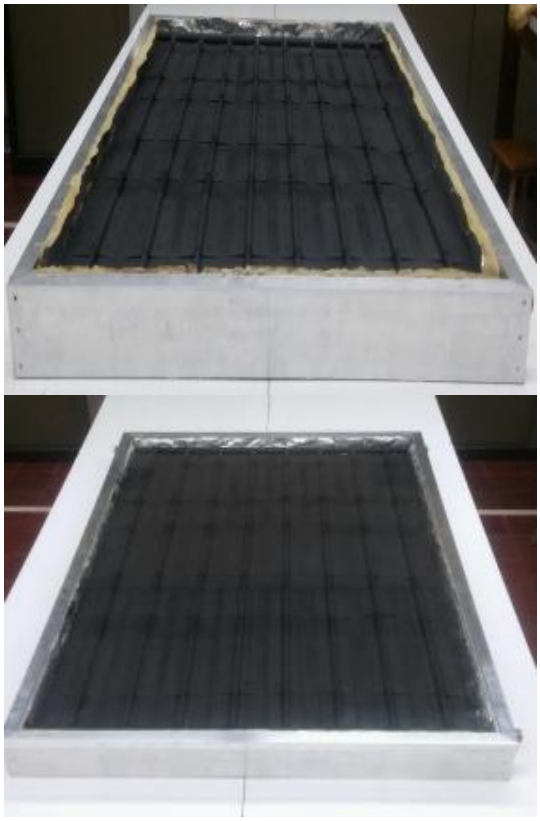


Figura 5. Proceso final de montaje: instalación de la placa absorbedora (arriba) y montaje de la cubierta de vidrio (abajo).

5 CONCLUSIÓN

Se ha desarrollado un colector solar de placas planas por termosifón, robusto, eficiente y a un precio relativamente accesible. Utiliza materiales fácilmente obtenibles en el mercado local; en particular el aluminio para el marco y la placa absorbedora, lo que permitió reducir el costo, con ausencia de problemas de abastecimiento, y un colector más liviano. La placa absorbedora posee una superficie efectiva de 1.2 m^2 que permite calentar agua a una temperatura entre 40 a 60 ºC con un volumen de acumulación máximo de 80 litros. Las técnicas constructivas son sencilla, de baja tecnología y accesibles. De los test preliminares, se puede afirmar que el equipo solar alcanza las condiciones de temperatura requerida para uso en consumo doméstico/productivo. La apropiación por parte de los productores familiares del uso de las tecnologías renovables para el ahorro y eficiencia energética es de carácter estratégico ya que permite reducir los costo de producción , mejorar notablemente su competitividad y dotarlos de autonomía.

5 REFERENCIAS

Duffie, J. A.y Beckman, W. A.-Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley & Sons, New York, 1980.-

Cabirol, Thierry. “El Colector Plano de Efecto de Invernadero y el Calentador Solar de Agua”. España: Editorial Continental, 1978.-

McCartney, Kevin y Ford, Brian. Agua Caliente Solar. España: H. Blume Editions, 1978.-

Morante F. y Zilles R. (2006) El calentamiento solar de agua en la ciudad peruana de Arequipa en el contexto de la transferencia tecnológica. Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 19, pág. 1-7.-

Follari J. (2006) Análisis del comportamiento de los calefones solares argentinos y de otros orígenes. Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 18, pág. 27-35.-

Orozco Hincapie, Carlos A. Dimensionamiento Óptimo de Instalaciones Solares de Calentamiento, revista Scientia et Technica No 2, Universidad Tecnológica de Pereira.-

Nienborg B. y Nadal G. (2010) Caracterización del mercado argentino para calentadores solares de agua mediante una encuesta entre empresas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 14, pág. 03.01 – 03.08.-

Javier H. Garnica, Jorge R. Barral, Juan M. Lucchini, Rodolfo G. Stoll. Colector de placa plana con absorbedor de perfiles de aluminio: diseño, construcción, ensayos y aplicaciones prácticas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.-

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Estudio de la implementación de desayunos en un comedor universitario

Correa, Florencia R.[1]; Díaz, Juan I.[2]; Lee, Liliana[3]; Luna, María J.[4]; Mir, Yamila L.[5]; Tintilay, Mayra I.[6] y Vargas, Micaela[7]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. florcorrea_95@hotmail.com
(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. juan.i94.diaz@gmail.com
(3) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. 42leeli@gmail.com
(4) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. majoluna2710@gmail.com
(5) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. lore.mir.94@gmail.com
(6) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. maytintilay7@gmail.com
(7) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. mikahv94@gmail.com

RESUMEN: En la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Salta se ha observado una notable disminución en el rendimiento de los alumnos ingresantes en comparación con años anteriores, pudiendo ser causados por varios factores, de los cuales el más significativo es la inadecuada alimentación, por falta de tiempo o de recursos. Es por ello que como solución se buscó implementar un nuevo servicio en el comedor universitario, el cual propone brindar desayunos a un precio accesible y cubriendo el mínimo aporte nutricional diario, ya que los almuerzos si son financiados por la Universidad. Por ende, se plantea el método de programación lineal entera binaria, con el cual se propone determinar la combinación óptima para los desayunos entre precio y valores nutritivos. Además, se analiza el costo incurrido para llevarlo a cabo, considerando las disponibilidades con las que cuenta las instalaciones del comedor, la demanda diaria, como así también los recursos humanos disponibles.

ABSTRACT: In the Faculty of Engineering of the National University of Salta has observed a notable decrease in the performance of new students compared to previous years, and may be caused by several factors, which we will analyze the poor diet, mainly by not having breakfast either by lack of time or resources. That is why as a solution we sought to implement a new service in the university cafeteria, which proposes to offer breakfasts at an accessible price and covering the minimum daily nutritional contribution. Thus the binary whole lineal programming method is proposed, with which it is proposed to determine the optimal combination between price and nutritional values. In addition, the cost incurred to carry it out is analyzed, considering the availability of the dining room facilities, the daily demand, as well as human resources, using the linear programming tool.

Palabras claves: Comedor universitario, programación lineal, optimización

Keywords: University dining room, linear programming, optimization

1 INTRODUCCIÓN

La Universidad Nacional de Salta se creó sobre la base de instituciones de investigación y docencia universitaria pre-existentes, las que le prestaron aval de su trayectoria académica y el aporte de sus equipos humano, de su equipamiento físico y sus partidas presupuestarias. Después de reiteradas reformas, mediante la Ley N° 19633 se aprobó su creación y comenzó a funcionar el 1° de enero de 1973 con las dependencias que la UNT mantenía en la ciudad y que luego fueron transferidas.

La Universidad tiene por misión la generación y transmisión del conocimiento, de la ciencia y sus aplicaciones y de las artes. Su fin principal es la educación desde una perspectiva ética. Procura la formación integral y armónica de los integrantes de la comunidad universitaria e infunde en ellos el espíritu de rectitud moral y responsabilidad ética y cívica. Forma investigadores, docentes y profesionales idóneos. La Universidad, además de su tarea específica de centro de estudio y de investigación, procura difundir los beneficios de su acción cultural y social interactuando con el medio.

Como uno de los objetivos de la universidad es apoyar a los estudiantes, se creó el departamento de comedor universitario con el fin de asegurar una alimentación con un nivel nutricional adecuado a un mínimo costo y tiene como meta atender la demanda de 800 menús diarios. Para acceder al mismo se debe cumplimentar una solicitud en el Servicio Social de la Secretaria de Bienestar, para evaluar la situación socioeconómica y académica de los postulantes y seleccionar a los beneficiaros que abonarán solo $1 del servicio de comedor, ya que para el resto tiene un valor de $5. La Universidad, atendiendo a las necesidades de la comunidad estudiantil, subsidia el resto del costo del menú. Para adquirir el servicio, la secretaria de bienestar social prevé la venta de tickets, los cuales se deben comprar con una semana de anticipación. El proceso de elaboración del menú y su distribución es supervisado por un profesional nutricionista; incluyendo en este: entrada, plato principal, sopa, pan y postre.

El trabajo surge como un trabajo final de análisis de casos de la materia Investigación Operativa de la Facultad de Ingeniería. En el presente se plantea un Modelo de Programación Lineal para dar solución a la problemática de los desayunos de la Universidad Nacional. El periodo analizado corresponde al año 2017, tomando como base los alumnos ingresantes de la Facultad de Ingeniería.

2 PLANTEO DEL PROBLEMA

El rendimiento académico de los estudiantes constituye uno de los componentes de mayor relevancia en el ámbito universitario.

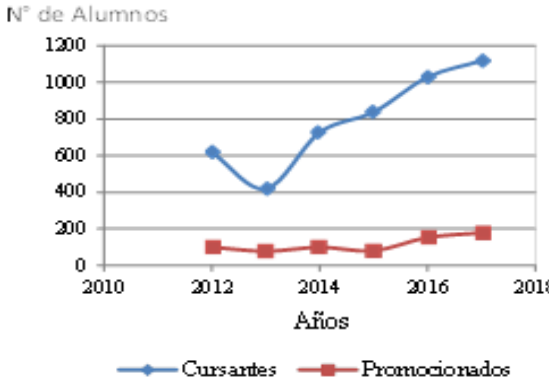


Figura 1. N° de alumnos ingresantes promocionados por año (Periodo 2012-2017)

Analizando datos históricos de materias de 1º año cursadas en nuestra Universidad, se pudo comprobar que la tasa de alumnos promocionados ronda cerca del 15 % respecto de los alumnos cursantes en la facultad de ingeniería, confirmando el bajo rendimiento de los estudiantes, según puede verse en la Figura 1.

Los factores que inciden en él son diversos, por lo que se los puede agrupar en:

- Factores Fisiológicos: como padecer deficiencias en los órganos de los sentidos, desnutrición y problemas de peso y salud.
- Factores Pedagógicos: como el número de alumnos por profesor, la motivación de los estudiantes y el tiempo dedicado por los profesores a la preparación de sus clases.
- Factores Psicológicos: como la percepción, la memoria y la conceptualización.
- Factores Sociológicos: tales como la posición económica familiar y la calidad del ambiente que rodea al estudiante.
- Varios de los nombrados anteriormente son difíciles y hasta imposibles de controlar, por

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

lo que analizaremos el factor fisiológico, centrándonos en la deficiencia nutricional, provocada por evadir algunas comidas.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología del trabajo consiste en las siguientes etapas:
Planteo de una posible solución a la situación del bajo rendimiento de alumnos ingresantes en la Universidad Nacional de Salta

- Propuesta de un modelo de optimización
- Obtención de datos
- Resolución del modelo
- Análisis de Resultados
- Conclusiones

3.1 Planteo de una posible solución a la situación del bajo de rendimiento de alumnos ingresantes

Debido al importante número de alumnos que concurren a clases sin desayunar, el modelo se plantea con el financiamiento parcial de la Universidad Nacional de Salta. Se recomienda el uso de las instalaciones del comedor en el horario de 7 a 10 am, para así cubrir las diferentes cargas horarias de los beneficiarios del servicio. El modelo que se plantea es la de minimizar los costos sujetos a la capacidad de atención del comedor a los valores nutricionales mínimos, y a la disponibilidad monetaria del alumno. Para adquirir este servicio se realizará una venta de tickets, como en el ya existente.
A continuación, citamos algunas de las ventajas que el desayuno ofrece a estudiantes universitarios:

- Mejora el rendimiento intelectual ya que constituye la fuente de energía que el cerebro necesita después de una noche de ayuno. Su realización incrementa la concentración, la memoria y otras habilidades mentales.
- Favorece una correcta alimentación en general, ya que quienes desayunan suelen llevar a cabo el resto de las comidas del día y con una composición equilibrada.
- Reduce la ansiedad por comer y permite llegar al almuerzo con menos hambre.
- -Mejora el rendimiento físico, ya que el cuerpo ha recibido su cuota de energía necesaria para poder moverse sin dificultades y sin la necesidad de recurrir a las reservas para hacerlo.
- Aporta nutrientes necesarios para que el organismo funcione correctamente, siempre y cuando el desayuno se componga de una cuota de hidratos, proteínas y grasas.

Fuente: www.vitonica.com

3.2 3.2 Modelización

La Programación Lineal corresponde a un algoritmo a través del cual se resuelven situaciones reales en las que se pretende identificar y resolver dificultades para aumentar la productividad respecto a los recursos (principalmente los limitados y costosos), aumentando así los beneficios, o bien, minimizar los costos sujetos al valor de los recursos. El objetivo primordial de la Programación Lineal es optimizar, es decir, maximizar o minimizar funciones lineales en varias variables reales con restricciones lineales (sistemas de inecuaciones lineales).
Los resultados y el proceso de optimización se convierten en un respaldo cuantitativo de las decisiones frente a las situaciones planteadas.
El primer paso para la resolución de un problema de programación lineal consiste en la identificación de los elementos básicos de un modelo matemático, estos son: Función Objetivo, Variables y Restricciones. Se propone seguir la metodología, de acuerdo a la Figura 2:

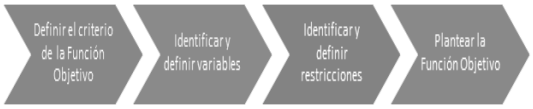


Figura 2. Pasos metodológicos del Modelo de Programación Lineal

3.2 Obtención de la información

Los datos se obtuvieron de fuentes primarias y secundarias. Las primeras surgen del relevamiento de artículos de la Organización Mundial de la Salud y otras páginas especializadas afines. En tanto que en el segundo caso los datos obtenidos son a partir de encuestas a alumnos.
Para formular el modelo, se recopilaron datos como el precio, el valor energético y contenidos de hidratos de carbono, proteínas y lípidos de cada

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

alimento y cada producto que utilizaremos en los diferentes packs de desayuno.
Para analizar la factibilidad de la implementación del servicio, se realizó una encuesta, en la cual se recaba la siguiente información: Precios a los que están dispuestos a pagar; demanda; horarios convenientes, etc. Las encuestas fueron realizas a una muestra significativa de alumnos de toda la universidad. Por medio de las mismas, se pudo obtener información confiable que permite estimar el interés y la demanda respecto a la implementación del desayuno. De los resultados obtenidos, observamos un buen punto de partida en cuanto a nivel general de encuestados (93%) en considerar el desayuno un factor clave para comenzar óptimamente el día. Otro punto fundamental es la demanda diaria, que se estima de un 87% del total, en el rango de horario propuesto con un 98% de estudiantes a favor del mismo. Por último, con respecto al precio que los encuestados estarán disponibles a pagar, el 50% de los encuestados optaron un precio entre 5$ y 10$, mientras que los restantes, optaron por la opción de 11$ a 15$(datos correspondientes al año 2017)

3.3 Resolución del modelo

Las suposiciones del modelo son:
La producción es continua. Si al finalizar el período uno de las piezas producidas ha sido comenzada pero aún no se finalizó su fabricación, la parte que falta terminar se continuará en el período siguiente. Si bien las variables son enteras, esto nos permite considerarlas como continuas de acuerdo a la bibliografía. No existen otras limitaciones físicas u operativas más que las enunciadas, es decir, no hay restricciones de despacho, materia prima, almacenamiento ni de otros recursos.
Todo lo que se produce se vende, pues se trata de una empresa que se basa en la demanda para producir.
Los precios se mantienen constantes en el período.
Los modelos planteados se analizan en dos etapas. En el primero, se plantearon 5 modelos de programación lineal para encontrar cada una de las infusiones, la combinación con el alimento solido adecuado que minimice el costo total, sujeto a las cantidades requeridas de carbohidratos, lípidos, proteínas y valor energético que necesita consumir un estudiante en su desayuno. En segundo lugar, se resuelve otro modelo a fin de realizar el análisis económico de la propuesta en conjunto.

En la primera etapa como se mencionó anteriormente se plantearon 5 modelos. Por ejemplo, se cita el caso de la primera combinación: Leche chocolatada, por lo que se plantea la siguiente modelización:
a) Variables de Decisión:

Xcho: gramos de leche chocolatada por desayuno [g/des]
Xbiz: gramos de bizcochos por desayuno [g/des]
Xmag: gramos de magdalenas por desayuno [g/des]
Xmed: gramos de medialunas por desayuno [g/des]
Xgall.ag: gramos de galletas de agua por desayuno [g/des]
Xgall.sa: gramos de galletas de salvado por desayuno [g/des]
Xpan: gramos de pan por desayuno [g/des]

b) Función objetivo:

$$\text{Min (Z)} = 0{,}0018 * X_{cho} + 0{,}027 * X_{pan} + 0{,}06 * X_{biz} + 0{,}084 * X_{mag} + 0{,}095 * X_{med} + 0{,}087 * X_{gall.sal}$$

Donde los coeficientes están expresados en [$/g], las variables en [g/desayuno] y la función objetivo en [$/desayuno].

Restricciones de Valor Energético:

$$0{,}89 * X_{cho} + 2{,}62 * X_{pan} + 4{,}56 * X_{biz} + 3{,}91 * X_{mag} + 3{,}18 * X_{med} + 4{,}38 * X_{gall.sal} \geq 375$$

Donde los coeficientes están expresados en [Kcal/g], las variables en [g/desayuno] y el valor energético en [Kcal/desayuno].

Restricciones de Hidratos de Carbono:

$$0{,}1 * X_{cho} + 0{,}565 * X_{pan} + 0{,}507 * X_{biz} + 0{,}484 * X_{mag} + 0{,}55 * X_{med} + 0{,}693 * X_{gall.sal} \geq 17{,}25$$

Donde los coeficientes están expresados en [g hidratos de carbono/g], las variables en [g/desayuno] y los hidratos de carbono en [g hidratos de carbono/desayuno].

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Restricciones en Proteínas:

$$0{,}03 * X_{cho} + 0{,}089 * X_{pan} + 0{,}0605 * X_{biz} + 0{,}053 * X_{mag} + 0{,}091 * X_{med} + 0{,}138 * X_{gall.sal} \geq 7{,}5$$

Donde los coeficientes están expresados en [g de proteínas/g], las variables en [g/desayuno] y las proteínas en [g de proteínas/desayuno].

Restricciones en Lípidos:

$$0{,}011 * X_{cho} + 0{,}002 * X_{pan} + 0{,}263 * X_{biz} + 0{,}184 * X_{mag} + 0{,}069 * X_{med} + 0{,}124 * X_{gall.sal} \leq 15$$

Donde los coeficientes que acompañan a las variables se expresan en [g de lípidos/g], las variables en [g/desayuno] y los lípidos en [g de lípidos/desayuno].

Restricciones de Relación X-Y:

$$X_{pan} \leq 143{,}13 * Y_{pan}$$
$$X_{biz} \leq 123{,}97 * Y_{biz}$$
$$X_{mag} \leq 141{,}51 * Y_{mag}$$
$$X_{med} \leq 117{,}92 * Y_{med}$$
$$X_{gall.sal} \leq 85{,}62 * Y_{gall.sal}$$

Donde las variables X, y los coeficientes que acompañan a las variables Y se expresan en [g/des].

Restricciones de mutuamente excluyentes:

$$Y_{pan} + Y_{biz} + Y_{mag} + Y_{med} + Y_{gall.sal} \leq 1$$

Donde las variables Y se expresan en [g/des].

Restricciones de límite mínimo:

$$X_{chocolatada} \geq 2$$

Donde la variable se expresa en [g/desayuno]

Restricciones de no negatividad:

Xcho, Xbiz, Xmag: Xmed, Xgall.ag, Xgall.sa, Xpan $\geq$ 0

Donde las variables se expresan en [g/desayuno].

Para obtener la solución del problema de programación lineal planteado en el caso se utilizó el programa WINQSB, obteniendo los siguientes resultados para las distintas combinaciones. Luego se aplicaron los 5 modelos, y se obtuvieron los siguientes resultados resumidos en la Tabla 1.

Tabla 1. Combinaciones y precios (Primer semestre 2017). Fuente: Elaboración propia

Combinación	Precio [$]
Yogurt con cereal	9,27
1 Taza de té y 2 mignones	4,26
1 Taza de Café y 10 galletas salvado	8,636
1 Taza de leche y 2 medialunas	14,14
1 Taza de leche chocolatada y 2 Bizcochos	6,23
Promedio	8,5072

A continuación, se analiza el costo asociado de la propuesta para el caso en que se ocupe la capacidad máxima disponibles de las instalaciones del comedor (800 personas por día), teniendo en cuenta los costos de materia prima para cada desayuno, el precio promedio al que se los venderán y el sueldo de los empleados del comedor (448,61 pesos por hora).
En la siguiente Tabla 2 se resumen las distintas combinaciones con sus respectivos costos y tiempo estimado de preparación por unidad:

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2: Combinaciones y costos (Primer semestre 2017). Fuente: Elaboración propia

Desayuno	Combinación	Ci [$]	Ti [hr/unid]
D1	Yogurt con cereal	9,27	0,0167
D2	1 Taza de té y 2 mignones	4,26	0,0225
D3	1 Taza de Café y 10 galletas salvado	8,636	0,0225
D4	1 Taza de leche y 2 medialunas	14,14	0,0291
D5	1 Taza de leche chocolatada y 2 Bizcochos	6,23	0,030

En una segunda etapa, el modelo planteado para realizar este análisis es el siguiente:
Variables de Decisión: Las variables de decisión son la cantidad de desayunos por día y la cantidad de horas que se requiere para realizarlos, ya que la disponibilidad de mano de obra es el recurso más restrictivo.

D_1: Cant. de desayunos que se realizaran de la comb. 1 $\left[\frac{\text{des}}{\text{día}}\right]$

D_2: Cant. de desayunos que se realizaran de la comb. 2 $\left[\frac{\text{des}}{\text{día}}\right]$

D_3: Cant. de desayunos que se realizaran de la comb. 3 $\left[\frac{\text{des}}{\text{día}}\right]$

D_4: Cant. de desayunos que se realizaran de la comb. 4 $\left[\frac{\text{des}}{\text{día}}\right]$

D_5: Cant. de desayunos que se realizaran de la comb. 5 $\left[\frac{\text{des}}{\text{día}}\right]$

H_1: Cant. de horas contratadas para la comb. 1 $\left[\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right]$

H_2: Cant. de horas contratadas para la comb. 2 $\left[\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right]$

H_3: Cant. de horas contratadas para la comb. 3 $\left[\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right]$

H_4: Cant. de horas contratadas para la comb. 4 $\left[\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right]$

H_5: Cant. de horas contratadas para la comb. 5 $\left[\frac{\text{hr}}{\text{día}}\right]$

Función Objetivo: Se desea encontrar el costo mínimo por semana suponiendo que se brinda una combinación por cada día de la semana.

$$\text{Min}(z) = 9{,}27 * D_1 + 4{,}26 * D_2 + 8{,}636 * D_3 + 14{,}14 * D_4 + 6{,}23 * D_5 + 448{,}61 * (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5)$$

Donde los coeficientes que acompañan a D están expresados en [$/desayuno], los coeficientes que acompañan a H en [$/hs], las variables D en [desayunos/día], las variables H en [hs/día] y la función objetivo en [$/día].
Cabe destacar que $448,61 es el sueldo del empleado por hora de trabajo, en el año 2017. Fuente: Universidad Nacional de Salta
Restricciones por límite de las instalaciones:

$$D_1 = 800$$
$$D_2 = 800$$
$$D_3 = 800$$
$$D_4 = 800$$
$$D_5 = 800$$

Donde las variables están expresadas en [personas/día]
Restricciones de tiempo por desayuno:

$$D_1 * 0{,}0167 \leq H_1$$
$$D_2 * 0{,}0225 \leq H_2$$
$$D_3 * 0{,}0225 \leq H_3$$
$$D_4 * 0{,}0291 \leq H_4$$
$$D_5 * 0{,}030 \leq H_5$$

Donde los coeficientes que acompañan a D están expresados en [$/desayuno], las variables D en [desayunos/día], y las variables H en [hs/día].

a) Restricciones de no negatividad:

$$H_1, H_2, H_3, H_4, H_5 \geq 0$$
$$D_1, D_2, D_3, D_4, D_5 \geq 0$$

Donde las variables D están expresadas en [desayunos/día] y las variables H en [hs/día].
De la resolución del modelo se obtiene un costo de $77382,48 pesos por semana, de los cuales $36000 son cubiertos por la venta de ticket, incurriendo en un monto de $41382,48 pesos por semana que deberán ser subsidiados por la Universidad.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar si es factible o no la implementación del servicio de desayunos en el comedor de la Universidad, se compara los resultados obtenidos mediante la resolución del modelo con datos recolectados a partir de las encuestas.
Cabe destacar que al investigar antecedentes del caso dicho servicio es ofrecido en otras Universidades del país, como ser la Universidad Nacional de Cuyo, donde de su página oficial pudimos extraer precios reales a los cuales se trabaja. Sin embargo, al no tratarse de los mismos packs de desayunos, ni de las mismas proporciones, estos datos no pudieron ser

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

utilizados en dicha validación, por lo que buscamos encuestar a un número significativo de posibles beneficiarios del servicio.
Se realizará dicho análisis basándonos en los resultados obtenidos:
En la primera etapa de análisis se concluye que:
En la propuesta Nº 1, el 83,2% de los alumnos están dispuestos a pagar el precio estipulado. Sin embargo, los alumnos restantes no están de acuerdo, dando un precio promedio de $8,2.
En la propuesta Nº 2, el 84,1% de los alumnos están dispuestos a pagar el precio estipulado. Sin embargo, los alumnos restantes no están de acuerdo, dando un precio promedio de $10.
En la propuesta Nº 3, el 71,2% de los alumnos están dispuestos a pagar el precio estipulado. Sin embargo, los alumnos restantes no están de acuerdo, dando un precio promedio de $7,5.
En la propuesta Nº 4, el 78,2% de los alumnos están dispuestos a pagar el precio estipulado. Sin embargo, los alumnos restantes no están de acuerdo, dando un precio promedio de $14,25.
En la propuesta Nº 5, el 88,2% de los alumnos están dispuestos a pagar el precio estipulado. Sin embargo, los alumnos restantes no están de acuerdo, dando un precio promedio de $12,6.
Al analizar los resultados obtenidos, se considera válido el modelo elegido, ya que un gran porcentaje de los alumnos estarían dispuestos a pagar los precios arrojados por el modelo. En la Tabla 3, se puede observar dicha comparación:

Tabla 3: Precios propuestos por el modelo vs. Alumnos (Primer Semestre 2017). Fuente: Elaboración propia

Combinación	Precio Obtenido [$]	Porcentaje Aceptado [%]	Propuesta de los alumnos [$]
Yogurt con cereal	9,27	83,2	8,2
1 Taza de té y 2 mignones	4,26	84,1	10
1 Taza de Café y 10 galletas salvado	8,636	71,2	7,5
1 Taza de leche y 2 medialunas	14,14	78,2	14,25
1 Taza de leche chocolatada y 2 Bizcochos	6,23	88,2	12,6
Promedio	8,5072	80,98	10,51

Además, teniendo en cuenta la primera encuesta realizada, la cual muestra que la mitad de los encuestados están dispuestos a pagar entre 5-10 $ y la otra mitad entre 11-15$, todos los precios obtenidos se encuentran dentro de dichos rangos, por lo que reafirmamos que se puede llevar a cabo el servicio y que puede llegar a ser cubierto por los alumnos.

5. conclusiones y puesta en marcha

El empleo del modelo de programación lineal entera binaria arrojo resultados congruentes con los costos por desayuno en la actualidad, dando indicios de su factibilidad.
De las encuestas, se destacó que hubo un gran porcentaje de aceptación por parte de los estudiantes (entre el 77% y 90%) para las distintas combinaciones de desayunos. También se observó las propuestas de otras variedades de producto a ofrecer, como así también, una comparación con el precio del servicio que actualmente se ofrece (almuerzo).
Se propone realizar un estudio de tiempo para cuantificar los tiempos por desayuno. Con este análisis, se podría tener una mejor estimación de los costos totales.
En caso de contar con promoción en los precios de los productos al adquirirlos por cantidad, se podría implementar un modelo de inventario determinístico en relación de dichos precios, para así también minimizar los costos.
Para llevar a cabo el proyecto cubriendo como mínimo la demanda de 800 alumnos por día, sin prever los costos asociados a luz, agua y gas, así como también los costos administrativos se aconseja poner en marcha este servicio, ya que tendría un costo total semanal de $72756.39. Con la venta de tickets se cubre $36.000 (49,48%), por lo que se requiere un monto de $42828.39 de financiamiento semanal.

5 BIBLIOGRAFIA

Informe de la asignatura A.L.G.A. para la Escuela de Ing. Industrial, Junio 2017.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Estudiantes Universitarios con Bajo Rendimiento, ¿Qué hacer?, www.scielo.sld.su, Junio 2017.

Programación lineal, https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial, Junio 2017.

Comedor universitario, desayunos, librería y otros servicios, http://www.uncuyo.edu.ar/bienestar, Junio 2017.

10 razones para desayunar, https://www.vitonica.com/dietas, Junio 2017.

Taha Hamdy A., Investigación de Operaciones 7ma. Edición, Guillermo Trujano Mendoza, México, 2004.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Un modelo termoquímico para el análisis de hormigones masivos en edades tempranas

Vargas Luisa R.[1]; Quintana María V. [2] y Albarracín Carlos M.[3]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta.
vargasluisaromina@gmail.com
(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta.
cmalba@unsa.edu.ar
(3) INIQUI-CONICET, CCT-Salta, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta.
vquintan@unsa.edu.ar;quintanamvirginia@gmail.com

RESUMEN: Se define hormigón masivo como cualquier volumen de hormigón con dimensiones suficientemente grandes como para que sea necesario tomar medidas para considerar la generación de calor provocada por la hidratación del cemento y el consiguiente cambio de volumen, a fin de minimizar la fisuración. El objetivo del presente trabajo es estudiar la distribución de temperatura en un bloque de hormigón masivo, con la finalidad de establecer criterios a tener en cuenta durante la etapa de diseño y constructiva de estructuras de este tipo Al respecto, cabe mencionar que el bloque de hormigón se modela como un sólido tridimensional, y la formulación teórica del problema de generación y conducción de calor, conduce a un problema en derivadas parciales transitorio, con condiciones iniciales y de contorno. La discretización del problema se realiza mediante el método θ de diferencias finitas, procedimiento que conduce a un sistema lineal de ecuaciones para diferentes instantes de tiempo, cuya solución provee la distribución de la temperatura en cada nodo.

ABSTRACT: The mass concrete is defined as any volume of concrete with *dimensions large enough* to require that *measures be taken* to cope with *generation* of *heat* from hydration of the of the cement and attendant volume change, to minimize cracking. This paper aims to study the temperature distribution in a massive concrete block, with the purpose of establishing criteria to be taken into account during the design and construction stage of this type structures. The concrete block is modeled as a three-dimensional solid. Theoretical formulation of the heat generation and conduction problem leads to a partial derivatives transient problem, with initial and contour conditions. The problem discretization is carried out by means of the finite differences method, procedure that leads to a system of linear equations for different instants of time, whose solution provides temperature distribution in each node.

Palabras claves: Hormigón Masivo, Modelo Termoquímico, Diferencias Finitas, Edades Tempranas.

Keywords: Massive Concrete, Thermochemical Model, Finite Difference, Early Ages.

1 INTRODUCCIÓN

La norma ACI 207 (1996) del Instituto Americano del Concreto, define hormigón masivo como "cualquier volumen de hormigón con dimensiones suficientemente grandes que requiera medidas para enfrentar la generación de calor provocada por la hidratación del cemento y para controlar los cambios de volumen, a fin de minimizar el agrietamiento".

En término de tamaño, la norma ACI 211.1R-91 (1991), considera que un hormigón es masivo cuando la dimensión mínima de la sección transversal del elemento sólido se aproxima o excede de 60 a 90 cm o cuando el contenido de cemento excede 360 Kg/m3.

En general al diseñar las estructuras de hormigón se trabaja a nivel ingenieril o macronivel, en que se asume que, el hormigón es homogéneo y posee propiedades cuantificables como la resistencia, la conductividad, etc. Sin embargo, esas propiedades son el resultado de las dimensiones y propiedades de sus fases componentes e interfaces como así también, de los diferentes tipos de defectos presentes en la matriz porosa, matriz cementicia. La matriz porosa es aquella que "corresponde tradicionalmente a la mezcla de cemento pórtland y agua, la cual pasa de una etapa, en la mayoría de los casos, de consistencia plástica a un estado endurecido" (Balzamo y col. 2016).

La presencia de fisuras o microfisuras en la matriz porosa mencionada, son defectos que aparecen a edades tempranas en el hormigón, es decir aún antes de que el material sea puesto en servicio, influyendo desfavorablemente debido a la posibilidad de ingreso de agentes agresivos en el hormigón a través de ellas, por lo cual su presencia puede originar problemas de durabilidad, como así también disminuir la resistencia mecánica del material. Entre las causas que generan los defectos de fisuras o microfisuras, se destacan los movimientos de agua por exudación, los cambios de temperatura debido al desarrollo de calor durante la hidratación y las variaciones dimensionales de la pasta por pérdida de humedad en los poros (Giovambattista 2011).

Dado que las contracciones y las expansiones de origen térmico son desencadenantes de fisuras o microfisuras a edades tempranas del hormigón, en el presente trabajo, se presenta se formular e implementar un modelo numérico, para simular el comportamiento térmico, a edades tempranas del hormigón masivo, con el objetivo de obtener la distribución de temperatura y establecer criterios paramétricos a tener en cuenta en la etapa de diseño y/o ejecución de este tipo de estructuras.

2 ANTECEDENTES

2.1 Problema térmico

En la producción de hormigón, tiene lugar la reacción de hidratación agua-cemento, es una reacción exotérmica, y cuando se trata de hormigón masivo, esta reacción se debe tener en cuenta con mayor consideración, debido a que la generación de calor producida depende de la masa del material. Por esto, la temperatura máxima que alcanza una estructura de hormigón masivo va a depender de la generación de calor durante el proceso de hidratación, como así también de la disipación de calor. En la Fig.1 se puede observar el comportamiento típico de la temperatura en el núcleo de una estructura de este tipo (Figueroa y Delfín, 2009):

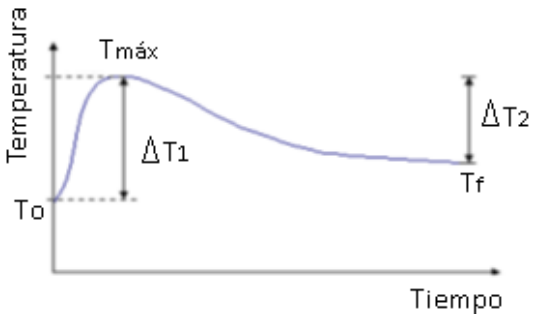


Figura 1: Desarrollo típico de temperatura de una estructura de hormigón masivo.

(To: Temperatura de colocación del hormigón, T_{max}: Temperatura máxima, T_f: Temperatura final de equilibrio, ΔT_1: Elevación de temperatura, ΔT_2: Descenso de temperatura)

2.2 Problema de fisuración

El hormigón en grandes volúmenes genera calor que se disipa lentamente, resultando por ello una diferencia térmica entre el núcleo y el exterior, es decir en la superficie la temperatura es menor que en el interior del hormigón. Dicha diferencia de temperatura provoca que el interior del hormigón, que está a mayor temperatura y dilatado, se oponga a la contracción de la zona exterior más fría. Esto se conoce como restricción

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

interna y crea esfuerzos térmicos de tracción en la superficie. Y debido a que el hormigón aun esta en edad temprana, no se ha desarrollado por completo su resistencia a tracción (valor que ronda el 10% de la resistencia a la compresión) y si los esfuerzos de tracción superan la resistencia a la misma, el hormigón se fisura, lo cual puede conllevar a una pérdida de durabilidad y resistencia mecánica.
La experiencia y estudios experimentales han demostrado que si el diferencial máximo de temperatura entre el interior y la superficie exterior del bloque de hormigón es menor a 20°C, se minimiza o incluso se evita la fisuración superficial (Gibbon F. 1977; Fintel y Gosh. 1978). En general se recomienda considerar un diferencial máximo de temperatura de 20°C, a no ser que exista experiencia o cálculos basados en las propiedades físicas de la mezcla de hormigón en cuestión y en la geometría del elemento de hormigón que demuestren que se pueden tolerar diferenciales de temperatura mayores a 20°C (Kosmatka y col., 2003).

3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA TÉRMICO

3.1 Equilibrio energético

Se considera un volumen elemental dV (1), tal como se observa en la Fig.2. Por la presencia de un gradiente de temperatura se produce un flujo de energía calórica que ingresa al sistema $\dot{E}_{in}$ y uno que sale $\dot{E}_{out}$. Además, la energía almacenada en el tiempo es $\dot{E}_{st}$ y la energía generada por la hidratación del cemento en el tiempo es $\dot{E}_g$.

$$dV = dx.dy.dz \quad (1)$$

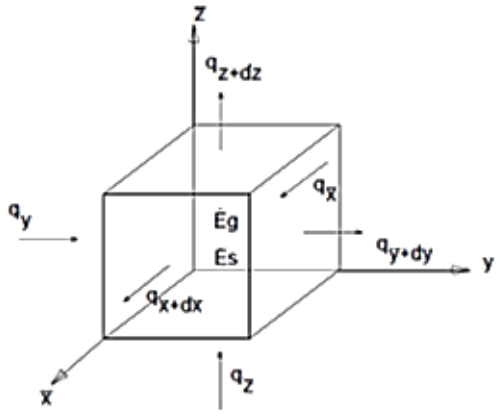


Figura 2: Volumen elemental de análisis.

El flujo de energía que ingresa al sistema se obtiene a partir de la expresión:

$$\dot{E}_{in} = q_x + q_y + q_z \quad (2)$$

De acuerdo a la ley de Fourier, y considerando una conductividad térmica constante se tiene que:

$$q_x = -k.A_{yz}.\frac{\partial T}{\partial x} \quad ; q_y = -k.A_{xz}.\frac{\partial T}{\partial y} \; ; \quad q_z = -k.A_{xy}.\frac{\partial T}{\partial z} \quad (3)$$

donde qx [W] es el flujo de calor a través del área Ayz [m^2], qy [W] el flujo de calor a través del área Axz [m^2], qz [W] el flujo de calor a través del área Axy [m^2], k la conductividad térmica [$W.m^{-1}.k^{-1}$], T temperatura [K] y x,y,z las coordenadas espaciales [m].
El flujo de energía saliente del sistema se obtiene a partir de la expresión siguiente:

$$\dot{E}_{out} = q_{x+dx} + q_{y+dy} + q_{z+dz} \quad (4)$$

De acuerdo a la expresión en serie de Taylor y despreciando los términos de segundo orden y superior se tiene que:

$$q_{x+dx} = q_x + \frac{\partial q_x}{\partial x}.dx \quad ; q_{y+dy} = q_y + \frac{\partial q_y}{\partial y}.dy \quad q_{z+dz} = q_z + \frac{\partial q_z}{\partial z}.dz \quad (5)$$

La energía que se almacena en el volumen elemental analizado, puede ser expresada como una función de la derivada de la temperatura en función del tiempo Ṫ, el calor específico del material ce [J.Kg-1.K-1] y la densidad del hormigón ρ[Kg.m-3] (Azenha, 2009), esto es:

$$\dot{E}_{st} = \rho.ce.\dot{T}.dx.dy.dz \quad (6)$$

Por otro lado, la energía interna generada debido a la hidratación de cemento, se la puede expresar a través de una función denominada tasa de generación de calor Q̇[W.m-3], quien representa la fuente de generación interna de energía calórica por unidad de volumen del elemento de análisis, resultando:

$$\dot{E}_g = \dot{Q}.dx.dy.dz \quad (7)$$

Del planteo del balance energético macroscópico en coordenadas cartesianas se tiene:

$$\dot{E}_{in} + \dot{E}_g - \dot{E}_{out} = \dot{E}_{st} \quad (8)$$

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Finalmente, reemplazando (2), (4), (6) y (7) en la expresión (8) se obtiene la ecuación de conducción de calor expresada en término de derivadas parciales:

$$\rho.ce.\frac{\partial T}{\partial t} - k\left[\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}\right] = \dot{Q} \quad (9)$$

Fuente de calor

El modelo numérico empleado para simular la generación de calor interna $\dot{Q}$, debe ser capaz de traducir la naturaleza exotérmica y activada térmicamente de las reacciones químicas implicadas en la hidratación del cemento, por ello se hace uso del modelo desarrollado por Azenha (2009), cuya formulación se basa en la propuesta de Reinhardt (1982). El mismo asume que la tasa de generación de calor puede escribirse como el producto de dos funciones independientes, esto es:

$$\dot{Q} = f(\alpha_T).g(T) \quad (10)$$

donde f (α_T) describe la tasa de generación de calor normalizada, g(T) la influencia de la temperatura. La función f (αT), se la puede expresar como el cociente entre la tasa de generación de calor $\dot{Q}$, como función del grado de desarrollo del calor αT, y $\dot{Q}_{peak}$ valor máximo de la misma:

$$f(\alpha_T) = \frac{\dot{Q}(\alpha_T)}{\dot{Q}_{peak}} \quad (11)$$

Con:

$$\alpha_T = \frac{Q(t)}{Q_{total}} \quad (12)$$

y donde Q(t) es el calor acumulado generado hasta un cierto instante t y Qtotal el valor asintótico al que tiende la integral de la curva de tasa de generación de calor. En este trabajo se usaron los valores de f (α_T) obtenidos a partir de resultados de ensayos experimentales por Azenha (2009), quien trabajando con un calorímetro isotérmico obtiene valores de calor generado por la hidratación de cemento para diferentes valores de temperaturas, de una pasta de cemento comercial, por lo cual con ello se pude obtener $\dot{Q}$ y de este modo el correspondiente $\dot{Q}_{peak}$.

La función g(T) es la tasa máxima de generación de calor esperado por kg de cemento [W.kg-1] para la reacción de hidratación a la temperatura T. Multiplicándola por el contenido volumétrico de cemento en el hormigón se obtiene $\dot{Q}$ para la masa de hormigón en [W.m-3].

La función g (T) responde a una ley de tipo Arrhenius, ideada originalmente para describir la cinética de las reacciones químicas simples activadas térmicamente, tal como sigue:

$$g(T) = A_T.e^{-\frac{Ea}{R.T}} \quad (13)$$

donde A_T es una constante de velocidad, R es la constante de gas ideal y Ea es la energía de activación. Esta última representa la energía que una molécula, en el estado inicial del proceso, debe adquirir antes de que pueda participar en una reacción. En el caso de la hidratación del cemento se producen distintas reacciones químicas al mismo tiempo con interacción entre ellas, por ello Ea se denomina energía de activación "aparente", ya que no se aplica a una reacción química en particular. Los valores de las constates AT y Ea se tomaron del trabajo de Azenha (2009), quien los obtuvo a partir del método de la velocidad, el cual consiste en hacer dos ensayos con el calorímetro isotérmico de una muestra de iguales características pero a diferentes temperaturas y al aplicar la Ec (13) para ambos casos analizados se obtienen las constantes mencionadas.

$$\dot{\alpha_T} = \frac{f(\alpha_T).A_T}{Q_{total}}.e^{-\frac{Ea}{R.T}} \quad (14)$$

Condiciones de borde

Teniendo en cuenta la transferencia de energía, sobre las fronteras se pueden imponer condiciones relacionadas con la convección y la radiación del calor, sin embargo, también con criterio se puede realizar una simplificación y considerar una condición adiabática en determinados casos. Particularmente en este trabajo, se asume en la cara inferior del elemento una condición adiabática, simplificación que se considera más desfavorable en el caso analizado. En las caras restantes se asume fronteras no adiabáticas, cuya condición de contorno es:

$$-\left[k.\frac{\partial T}{\partial x}.l + k.\frac{\partial T}{\partial y}.m + k.\frac{\partial T}{\partial z}.n\right] = heq.(T - Tenv) \quad (15)$$

donde heq [W.m-2.K-1] es el coeficiente de transferencia de energía que contempla los efectos de los fenómenos de convección (hc) y radiación (hr) simultáneamente y además contempla la presencia de encofrado (he). Si l, m, n son los cosenos directores de la cara que se analiza, T la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

temperatura del punto analizado y Tenv la temperatura del medio que lo rodea, es:

$$heq = \left[\frac{1}{hc+hr} + \sum_{i=1}^{n} \frac{L_i}{k_i}\right]^{-1} \quad (16)$$

Para determinar hc se hace uso de la propuesta de Jayamaha, que es:

$$hc = 1{,}444.V + 4{,}955 \quad (17)$$

donde V es la velocidad el aire en cercanías del elemento considerado (independiente de que la causa de movimiento del aire sea natural o forzado. Para hr, se adopta la siguiente expresión:

$$hr = \varepsilon[4{,}8 + 0{,}075(Tenv - 278{,}15)] \quad (18)$$

donde ε es una constante que representa la capacidad de emitir radiación un determinado material, el cual varía entre cero y uno, Tenv es la temperatura del medio ambiente, la cual se considerada en forma simplificada como la máxima temperatura anual de la zona o territorio donde se coloca el hormigón.

Respecto al encofrado, en Ec.16, Li y ki son, el espesor y la conductividad térmica de la in capa de material entre el hormigón y el medio que lo rodea, siendo n la cantidad de capas de diferente conductividad térmica que conforman el encofrado.

4 MODELACIÓN DEL PROBLEMA TÉRMICO

La resolución de (9), se lleva a cabo mediante el método θ de diferencias finitas, procedimiento que conduce a un sistema de ecuaciones algebraico para los puntos pertenecientes al volumen analizado, para un dado instantes de tiempo, cuya solución provee la el valor de la temperatura en cada uno de los nodos pertenecientes al bloque de hormigón.

Para un punto de coordenada (i,j,k) del interior del bloque tridimensional analizado, resulta la ecuación en diferencias:

$$\frac{T_{i,j,k}^{m+1} - T_{i,j,k}^{m}}{h_t} - \left\{\frac{c^2}{a^2}\left[\theta\left(\frac{T_{i-1,j,k}^{m+1} - 2\times T_{i,j,k}^{m+1} + T_{i+1,j,k}^{m+1}}{{h_x}^2}\right) + (1-\theta)\left(\frac{T_{i-1,j,k}^{m} - 2\times T_{i,j,k}^{m} + T_{i+1,j,k}^{m}}{{h_x}^2}\right)\right] + \frac{c^2}{b^2}\left[\theta\left(\frac{T_{i,j-1,k}^{m+1} - 2\times T_{i,j,k}^{m+1} + T_{i,j+1,k}^{m+1}}{{h_y}^2}\right) + (1-\theta)\left(\frac{T_{i,j-1,k}^{m} - 2\times T_{i,j,k}^{m} + T_{i,j+1,k}^{m}}{{h_y}^2}\right)\right] + \left[\theta\left(\frac{T_{i,j,k-1}^{m+1} - 2\times T_{i,j,k}^{m+1} + T_{i,j,k+1}^{m+1}}{{h_z}^2}\right) + (1-\theta)\left(\frac{T_{i,j,k-1}^{m} - 2\times T_{i,j,k}^{m} + T_{i,j,k+1}^{m}}{{h_z}^2}\right)\right]\right\} = \frac{\dot{Q}}{\rho.Ce} \quad (18)$$

donde m indica el instante de tiempo en análisis; i,j,k son índices de posición según los eje x, y, z respectivamente; a,b,c son las dimensiones del bloque según los eje x, y, z respectivamente, hx=1/Nx; hy=1/Ny; hz=1/Nz y Nx, Ny, Nz el número de divisiones para la discretización del dominio según x, y, z respectivamente. El valor de θ puede variar entre 0 y 1. En este modelo se asumió θ=0,5.

5 IMPLEMENTACIÓN Y CALIBRACIÓN

El algoritmo desarrollado fue implementado en el lenguaje de programación C++. Se validó la formulación propuesta, modelando un bloque con las mismas características que propone Azenha (2009) y se compararon los resultados disponibles. LA calibración del modelo propuesto se realizó mediante comparación de las curvas de variación de temperatura obtenidas y las disponibles en Azenha (2009). El parámetro de calibración fue el paso de integración Δt. Se encontraron semejanzas en ambas curvas cuando el paso de integración fue de Δt=2hs.

Las características del bloque de hormigón utilizado para la calibración fueron: 40x40x40cm, conductividad térmica Kt=2.6W $m^{-1}.K^{-1}$, densidad ρ=2336.1 $Kg.m^{-3}$, calor específico ce=1027 $J.Kg^{-1}.K^{-1}$, coeficiente de transferencia de calor heq=5,2$W.m^{-1}.K^{-1}$, constante de Arrhenius A_T=1,607.109, energía de activación Ea=48,19 $KJ.mol^{-1}$, temperatura de colado Tinicial=26°C, densidad del cemento ρcto=340$Kg.m^{-3}$. Para las condiciones de frontera: Tenv= 20°C; ε=0.88; V~0$m.seg^{-1}$; L1=0.0185m; k1=0.2$W.m^{-1}.K^{-1}$.

En la Fig.3 y Fig.4 se pueden observar las curvas de variación de temperatura a partir del momento del colado del hormigón, obtenidas con el modelo propuesto y calibrado (Amarillo), las curvas del modelo propuesto por Azenha (2009) (Azul) y los valores experimentales de Azenha (2009) (Rojo).

Se puede observar además que las formas de las curvas son similares, no obstante, hay una discordancia de aproximadamente 3 horas en la zona del valor pico. Sin embargo, como el objetivo principal del presente trabajo es un estudio de los valores de temperatura máximos alcanzados, más que un análisis del progreso de la misma en el tiempo, se asumió que la curva se encuentra calibrada debido a que se ajusta el valor pico.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

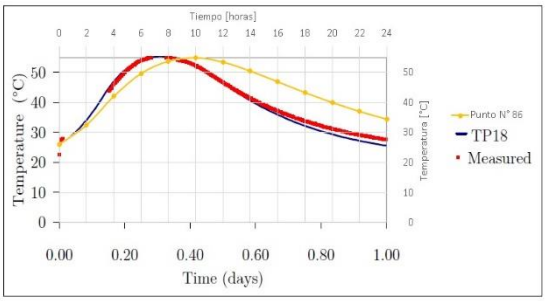


Figura 3: Variación de la temperatura con respecto al tiempo transcurrido desde el colado, del punto 86.

El punto Nº 86 es aquel ubicado en las coordenadas x=0.16m, y=0.16m, z=0.16m (en cercanías del centro del cubo, ver Fig.5. La curva TP18 (Azenha, 2009), corresponde a los valores alcanzados en un punto cuyas coordenadas son: x=0.2m, y=0.2m, z=0.2m (o sea el centro del cubo).

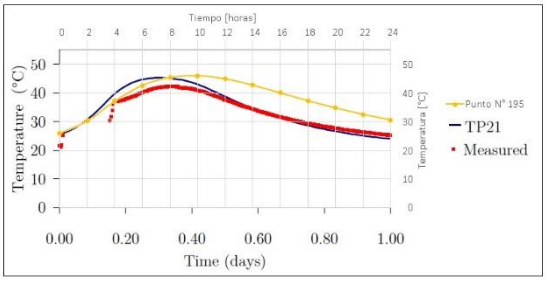


Figura 4: Variación de la temperatura con respecto al tiempo transcurrido desde el colado, del punto 195.

El punto Nº 195 es aquel ubicado en las coordenadas x=0.16m, y=0.24m, z=0.24m (en cercanías del centro de la cara superior del cubo, ver Fig.5. La curva TP21 (Azenha, 2009) corresponde a los valores alcanzados en un punto cuyas coordenadas son: x=0.2m, y=0.2m, z=0.4m (o sea el punto del centro de la cara superior del cubo).

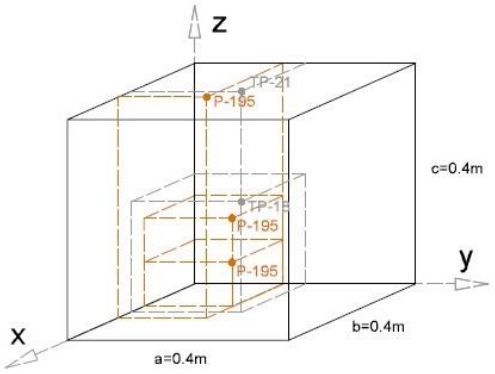


Figura 5: Esquema del bloque analizado.

6 RESULTADOS OBTENIDOS

De acuerdo al ACI, en términos de tamaño, se considera que un hormigón es masivo cuando la dimensión mínima de la sección transversal del elemento sólido se aproxima o excede de 60 a 90 cm o cuando el contenido de cemento excede 360 $kg.m^{-3}$. Utilizando el programa desarrollado, se realizaron simulaciones numéricas para hormigones con contenidos de cemento diferentes. Particularmente se analizaron dos casos no tratados en la bibliografía utilizada: hormigones con contenidos de cemento de 300 $kg.m^{-3}$ (ver Fig.6) y otro de 430 $kg.m^{-3}$ (ver Fig.7). Las dimensiones de los bloques fueron 40x40x40cm y densidad del hormigón ρ=2336.1 $Kg.m^{-3}$. Los parámetros térmicos fueron: conductividad térmica Kt=2.6W $m^{-1}.K^{-1}$, calor específico ce=1027 $J.Kg^{-1}.K^{-1}$, coeficiente de transferencia de calor heq=5,2$W.m^{-1}.K^{-1}$, constante de Arrhenius A_T=1,607.109, energía de activación Ea=48,19 $KJ.mol^{-1}$, temperatura de colado Tinicial=26°C. Para las condiciones de frontera: Tenv= 20°C; ε=0.88; V~0$m.seg^{-1}$; L1=0.0185m; k1=0.2$W.m^{-1}.K^{-1}$.

En ambas figuras se grafican las curvas obtenidas para dos puntos distintos: El P50 y el P195. En las mismas se puede observar el valor pico alcanzado en cada caso.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 6: Temperatura vs Tiempo- Cemento 300Kg/m3



Figura 7: Temperatura vs Tiempo- Cemento 430Kg/m3

En el caso de contenido de cemento 300 Kg.m^{-3}, el salto térmico entre el punto de curva de menor temperatura (perteneciente a la cara superior del bloque analizado) y el punto de curva de mayor temperatura (perteneciente al interior del bloque) fue de 11.97°C, y en el caso del bloque de contenido de cemento de 430kg.m-3 de hormigón fue de 18,70°C.

7 CONCLUISIONES

Como de la experiencia y estudios experimentales, si el diferencial máximo de temperatura entre el interior y la superficie exterior del bloque de hormigón es menor a 20°C, se minimiza o incluso se evita la fisuración superficial (Gibbon. 1977; Fintel y Gosh. 1978). Se puede observar que, en el análisis realizado, en el caso de contenido de cemento menor a 360Kg.m^{-3} el salto térmico entre el punto de curva de menor temperatura y el punto de curva de mayor temperatura fue de 11.97°C, menor a los 20°, y en el caso de contenido de cemento 430kg.m^{-3} de hormigón (es decir mayor al valor mencionado 360Kg.m^{-3} para el cual en norma ACI se considera hormigón masivo) el salto térmico se encontró de 18,70°C, es decir por debajo del valor de 20°C que se debería evitar. Pudiendo de dicho análisis concluir que, es recomendable realizar este tipo de estudio, para determinar en forma más certera sobre si se trata de un hormigón con altas o bajas probabilidad de fisuración, independientemente de si el contenido de cemento supera un valor fijo, que de los análisis realizados con el método propuesto se pudo notar es conservativo ese valor que define a un hormigón masivo.

Finalmente, se destaca que con el algoritmo desarrollado se espera poder realizar estudios paramétricos en bloques con distintas dimensiones y establecer algún tipo de relación simplificada entre estas, el contenido de cemento y el gradiente de temperatura que se podría alcanzar.

8 REFERENCIAS

ACI Committee 207, 207.R1-96: Mass Concrete. Farmington Hills, MI USA: American Concrete Institute, 1996.

ACI Committee 211, 211.1R-91: Standard Practice for Selecting Proportions for normal, Heavyweight, and Mass Concrete. Farmigton Hills, MI USA: American Concrete Institute, 1999.

Giovambattista A., Hormigón, materiales, vida útil y criterios de conformidad y su consideración en el reglamento CIRSOC 201-2005. INTI, 2011.

Azenha M., Numerical simulation of the structural behaviour of concrete since its early ages, thesis 2009.

Balzamo y otros. Ese material llamado Hormigón, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 2016.

Figueroa, M. and Federico D. Experiencia del IDIEM en el Control y Seguimiento de Obras de Hormigón Masivo. Seminario Internacional de Hormigones Estructurales Masivos. Santiago de Chile, 2009

Fintel, M. and Ghosh S.K., Mass Reinforced Concrete without Construction Joints. Adrian Pauw Symposium on Designing for Creep and Shrinkage. Fall Convention of the American Concrete Institute, Houston, Texas, 1978.

Gibbon F., and Michael E. Large Pours for Reinforced Concrete Structures. Current Practice Sheets No. 28, 35 y 36. Concrete, Cement and Concrete Association. Wexham Springs, 1977.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Kosmatka, SH., Kerkhoff, B. and Panarese, W.C., Desing and Control of Concrete Mixtures. USA: Portlan Cement Association, 2003.

Reinhardt, H., Blaauwendraad, J and Jongedijk, J. Temperature development in concrete structures talking account of states dependent properties, Int. Conf. Concrete at Early Ages, Paris, France, 1982.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Evaluación de la calidad microbiológica de aguas residuales para uso en riego de cultivos agrícolas locales.

Zutara M. Silvina[1]; Giunta Sandra A.[1]; Villalovos Marisel[1] y Escalante Jorge R.[1]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.
E-mail: mzutara@yahoo.com

RESUMEN: La disponibilidad, el bajo costo y el aporte de nutrientes son algunas de las ventajas comparativas del uso de aguas residuales en el riego agrícola. Sin embargo la potencial presencia de patógenos en aguas residuales representa un riesgo de salubridad. Consecuentemente la calidad del agua de riego constituye una variable a controlar en la agricultura ya que la presencia de coliformes fecales representa un riesgo de salud pública. En el marco de este trabajo de investigación se realizó la evaluación microbiológica de aguas residuales de tres diferentes orígenes (A, B y C). Los resultados mostraron ausencia del microorganismo indicador, Escherichia coli, en cada una de las tres muestras analizadas. En ninguna de las muestras se confirmó la presencia de coliformes fecales. De acuerdo a estos resultados las aguas residuales aquí analizadas estarían en condiciones de usarse para riego de cultivos agrícolas locales.

ABSTRACT: Availability, low cost and the supply of nutrients are some of the comparative advantages of the use of wastewater in agricultural irrigation. However, the potential presence of pathogens in wastewater represents a health risk. Consequently, the quality of irrigation water constitutes a variable to control in agriculture since the presence of fecal coliforms represents a public health risk. In the framework of this research work, the microbiological evaluation of wastewater from three different origins (A, B and C) was carried out. The results showed absence of the indicator microorganism, Escherichia coli, in each of the three samples analyzed. Presence of fecal coliforms was not confirmed in any of the water samples studied. According to these results, the wastewater samples analyzed here are suitable for use in irrigation of local agricultural crops.

Palabras claves: aguas residuales, cultivos agrícolas, calidad microbiológica, inocuidad

Keywords: wastewater, agricultural crops, microbiological quality, safety

1 INTRODUCCION

El uso de aguas residuales para riego agrícola podría en principio admitir una menor exigencia que la necesaria para uso industrial y presentar ventajas comparativas frente a las aguas tradicionales. Algunas de estas ventajas son la disponibilidad en cualquier época del año, bajo costo (o costo nulo) y aporte de nutrientes. Sin embargo, existen desventajas como el potencial riesgo de contaminación de alimentos cultivados presentando riesgos de salud por la presencia de patógenos provenientes de la población humana y de animales como el ganado.

Resultados obtenidos por Vélez Bravo (2013) en la evaluación cuantitativa de coliformes totales y de la presencia de E. coli en muestras de lechuga variedad Iceberg demostraron que el grado de contaminación de las muestras de lechuga fue tolerable ya que solo el 1% de las muestras estuvo contaminada con niveles no aceptables de coliformes totales y en el 6,25% se confirmaron presencia (niveles no aceptables) de E. coli. El mencionado estudio cita al agua de riego y lavado como la principal fuente de contaminación de frutas y hortalizas. La presencia de indicadores de contaminación fecal sugiere que la lechuga podría tener una inadecuada calidad microbiológica, representando una fuente de enfermedades de transmisión alimentaria (ETAs). Otro estudio (Rojas Puebla, 2017) que cuantifica las unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) de Bacterias Mesófilas Aerobios, Coliformes Totales y Fecales presentes en las muestras de lechuga, suelo y agua de riego demuestra que el agua de riego y la hortaliza evaluados sobrepasaron los límites establecidos por la reglamentación vigente de la región.

El consumo de vegetales crudos, tales como las hortalizas, ha sido asociado a numerosos casos de brotes de enfermedades por microorganismos patógenos como Listeria monocytogenes, Clostridium botulinum, Vibrio cholerae y Escherichia coli (Fernández, 2000).

Determinaciones microbiológicas realizadas por la técnica del Número Más Probable (NMP) en Noguera Machado et al., 2016 mostraron la presencia de coliformes totales ($1{,}1x10^4$ NMP/g) en el 100 % en muestras de hortalizas de consumo fresco. No se evidenció coliformes fecales en ninguna de las muestras.

Este riesgo de salubridad afecta a la población que interactúa de forma directa o indirecta con el entorno en mención. Adicionalmente existe el potencial riesgo de salinización y degradación de los suelos que no discutiremos en este trabajo.

Por lo tanto la calidad del agua de riego constituye una variable a controlar en la agricultura ya que podría también ocasionar un riesgo de salud pública por la presencia de coliformes fecales.

El grupo bacteriano que cumple con las características de potencial bioindicador de calidad del agua es el de las bacterias coliformes, enterobacterias o Enterobacteriaceae (Ríos et al., 2017).

La vigilancia del estado higiénico de aguas y alimentos se lleva a cabo mediante la detección de bacterias “indicadoras” de contaminación, organismos coliformes de origen fecal como Escherichia coli, que normalmente sólo habitan el intestino humano o animal, lo que los convierte en excelentes indicadores de la presencia de microorganismos entéricos patógenos

El objetivo del presente trabajo fue realizar una evaluación microbiológica de aguas residuales provenientes de tres diferentes orígenes (A, B y C) para evaluar su potencial uso en el riego de cultivos agrícolas locales.

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 Muestras

Se analizaron muestras de aguas residuales obtenidas de tres localidades de la provincia de Jujuy (**A=M, B=M$_2$** y **C=M$_3$**). La Figura 1 presenta la identificación de las tres localidades de la provincia de Jujuy donde se obtuvieron las muestras de aguas aquí estudiadas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

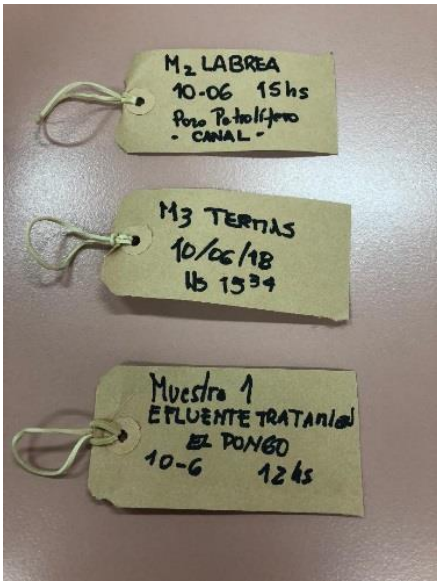


Figura 1: Identificación de localidades de la provincia de Jujuy origen de las muestras de aguas residuales analizadas**; donde A=M$_1$, B=M$_2$** y **C**=**M$_3$**.

2.2 Métodos

La carga microbiana total se determinó mediante Recuento en placa de bacterias aerobias mesófilas heterótrofas (BAMH) en agar nutritivo a 30°C.

El contenido de bacterias Coliformes (C), coliformes totales, se determinó mediante la técnica del Numero Más Probable (NMP),

La presencia de Coliformes fecales se determinó por métodos aprobados dirigidos al aislamiento e identificación de microorganismos Coliformes y específicamente Escherichia coli.

Las determinaciones se realizaron sobre tres muestras (n=3), por duplicado.

2.2.1 *Preparación de la muestra:*

Por cada muestra, se tomó 10 ml de de agua, se añadió 90 ml de solución salina peptonada (NaCl 0,85%, peptonada al 0,1%) y se homogeneizó asépticamente por uno o dos minutos a velocidad máxima en Vortex. A partir de este homogeneizado (dilución: 10^{-1}) se realizaron diluciones de la muestra de agua hasta 10^{-6} en solución salina peptonada estéril, tal como lo muestra la Fig. 2 Cada dilución se rotuló correctamente.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2.2.2 *Determinación de BAMH:*
La carga microbiana total se determinó mediante recuento en placa de bacterias aeróbias mesófilas heterótrofas, siguiendo el esquema de la Fig. 3. El recuento en placa se realizó por duplicado, en agar nutritivo standard luego de un período de incubación de 48 horas a 30°C.

2.2.3 *Determinación del Número más Probable (NMP)*

La enumeración de coliformes totales se efectuó mediante la técnica del NMP, Método británico.
Esta técnica emplea un sistema de múltiple dilución hasta extinción y es útil para determinar poblaciones de m. o. en muestras de agua (Fig. 4). Esta técnica, basada en la fermentación de la lactosa con producción de gas, se realizó en Caldo Mac Conkey (caldo lactosado), con campana de fermentación tipo Durham, presencia de un indicador de pH para facilitar la lectura y tres tubos por dilución. Se incubó en estufa de cultivo por 24 horas entre 35 y 37°C. La ausencia de gas se interpreta como el resultado del examen de una muestra exenta de coliformes.
La presencia de gas es una posibilidad de presunción pero no de seguridad puesto que otras bacterias pueden producir gas. Para calcular el número de coliformes totales y fecales por gramo de muestra, se multiplicó el coeficiente de NMP extraído de las tablas en función del número de tubos positivos, por el inverso de la dilución más baja tal como lo tabularon Allaert-Vandevenne y Escolà-Ribes (2002).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

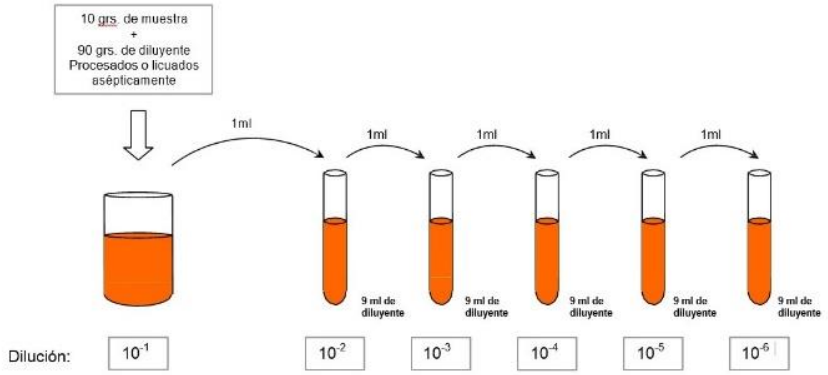


Figura 2: Esquema de preparación de diluciones para el análisis microbiológico.

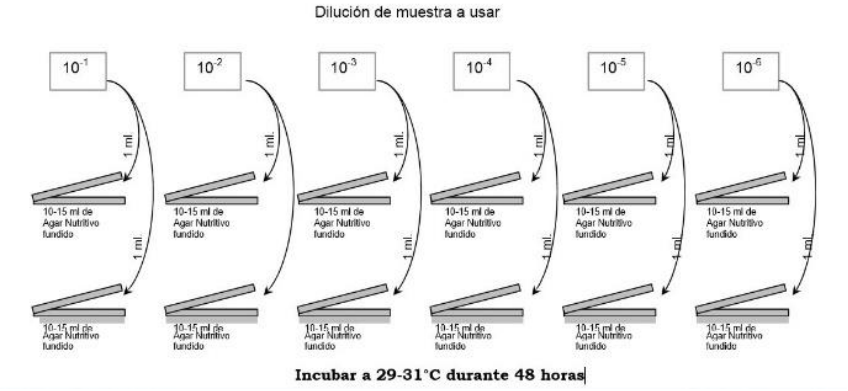


Figura 3: Esquema para la determinación de BAMH

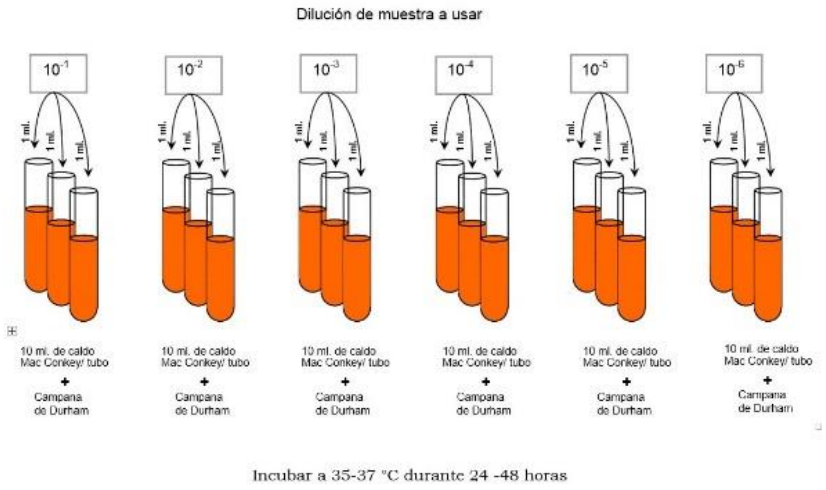


Figura 4: Esquema para la determinación del NMP.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2.2.4 *Determinación de Coliformes Fecales (CF).*
La determinación de coliformes fecales (CF) se realizó por métodos aprobados dirigidos al aislamiento e identificación de microorganismos Coliformes y específicamente Escherichia coli.
La prueba confirmatoria para coliformes se llevó a cabo en caldo con verde brillante y bilis al 2% (BGBLB) con campana de fermentación tipo Durham. Se incubó a 35°C y se examinó por producción de gas a las 48 ± 2 hrs. La prueba confirmatoria para coliformes fecales y E. coli se efectuó en caldo Escherichia coli (EC Broth) con campana de fermentación tipo Durham. Se incubó por 24 ± 2 h a 45.5 °C y se examinó por producción de gas a las 24 y 48 hrs.
Para confirmar la presencia de colonias características de Escherichia coli el procedimiento de aislamiento e identificación usado requiere la inoculación en placa de agar de azul de metileno y eosina (EMB) agar; que luego de incubar por 24 horas a 35°C; las colonias de EC presentan un característico brillo verde metálico. Luego se procede a realizar una tinción de Gram de las colonias típicas observadas y por último se realizan las pruebas bioquímicas.

3 RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en las determinaciones microbiológicas se presentan a continuación en la Tabla 1 y Tabla 2.

Tabla 1: Resultados de las determinaciones de la carga microbiana total (BAMH) y de Coliformes totales (C) de las muestras de agua residuales analizadas.

Ubicación	BAMH*	C**
A	3×10^5	6×10^4
B	6×10^5	3×10^4
C	10^6	<3

* Unidades Formadoras de Colonia UFC por ml, ** UFC por 100ml

Tabla 1: Resultados de las pruebas confirmatorias de coliformes e identificación de E. *coli.*

Ubicación	Coliformes fecales confirmación	Escherichia *coli* presencia
A	-	Ausencia
B	-	Ausencia
C	-	Ausencia

En la Tabla 1 se puede observar que la carga microbiana total de las muestras analizadas está en el orden de 105-106 UFC/ml. El contenido de Coliformes totales están en el orden de 104 UFC/100ml para las muestras de agua de dos localidades (A y B) mientras que en las muestras de la tercera localidad (C) es menor a 3 UFC/100ml.
Como se observa en la Tabla 2.; no se confirmó la presencia de coliformes fecales en ninguna de las muestras de agua evaluadas; los ensayos de confirmación de coliformes fecales en Caldo EC dieron negativos; no se obtuvieron tubos gas positivo. Luego de la inoculación e incubación en placa de agar de azul de metileno y eosina (EMB) agar por 24 horas a 35°C; no se identificó la presencia de Escherichia *coli* en ninguna de las muestras analizada; no se observaron colonias típicas de E. *coli*.
En ningún caso fue necesario realizar la coloración de Gram ni continuar con las pruebas bioquímicas para identificación de E. coli.
Estos valores microbiológicos obtenidos no son inferiores a los que establece el CAA en su Artículo 982; CAPÍTULO XII BEBIDAS HÍDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA para agua potable; tanto para el recuento de bacterias aerobias mesófilas heterótrofas ($<5x10^2$ UFC/ml), como para el valor del Numero Más Probable de coliformes totales (<3UFC/100ml). El requerimiento del CAA de ausencia de Coliformes fecales se considera verificado ya que en las muestras analizadas se obtuvo resultados negativos en los ensayos de confirmación de coliformes fecales en todas las aguas analizadas.
Los ensayos de confirmación de coliformes fecales dieron negativos en todas las muestras analizadas; no se obtuvieron tubos gas positivo. Luego de la inoculación e incubación en placa de agar de azul de metileno y eosina (EMB) agar por 24 horas a 35°C; no se observaron colonias típicas de E. *coli*.
En ningún caso fue necesario realizar la coloración de Gram ni continuar con las pruebas bioquímicas para identificación de E. coli,
Los resultados aquí obtenidos para coliformes totales, en aguas residuales de dos de las regiones estudiadas, son del mismo orden que los valores microbiológicos reportados por Noguera Machado et al., 2016; mientras que la tercera muestra mostró valores inferiores al reportado por el citado estudio. Así mismo en la mencionada publicación tampoco se confirmó la presencia de coliformes fecales en ninguna de las muestras.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Nirza Noguera et al. 2016 reportó resultados de coliformes totales ubicados en los intervalos publicados por Ginestre-Pérez et al. (2009), entre 10^3 - 10^9 NMP/g en más del 80 % de muestras de lechuga evaluadas; los autores consideraron que aunque los resultados para coliformes totales fueron altos, su presencia en agua y alimentos tiene menos impacto que la presencia de coliformes termotolerantes o Escherichia coli, y al igual que en la legislación de Brasil (Neto et al., 2012), en Argentina no hay un estándar propuesto con límites para vegetales.

4 CONCLUSIONES

Comparando con los valores permitidos en el Código Alimentario Argentino para agua de consumo humano, las aguas residuales aquí analizadas no son microbiológicamente aptas para consumo humano sin embargo podrían usarse para riego de cultivos agrícolas locales.

5 REFERENCIAS

Allaert-Vandevenne, Corrie y Escolà-Ribes, Marta. 2002. Métodos de análisis microbiológicos de los alimentos. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos, S. A. pp. 43.

Código Alimentario Argentino. CAPÍTULO XII BEBIDAS HÍDRICAS, AGUA Y AGUA GASIFICADA- AGUA POTABLE Artículo 982

Fernández, E. E. 2000. Microbiología e Inocuidad de los Alimentos. Boleton de la Universidad Autónoma de Querétaro, pp 16-23.

Fernández Escartín E. Inocuidad de los alimentos. México: Universidad Autónoma de Querétaro, 2000.p.143-51.

Ginestre-Pérez, Messaria; Romero-Añez, Sonia; Rincón-Villalobos, Gresleida; Castellano-González, Maribel; Ávila-Roo Yeiny; Colina-López Gladis y Perozo-Mena, Armindo. 2009. Indicadores entéricos en vegetales frescos que se comercializan en mercados populares de Maracaibo. Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología. 29(1):52-56.

Neto, Nelson Justino Gomes; Pessoa, Renata Maynart Lucena; Queiroga, Inês Maria Barbosa Nunes; Magnani, Marciane; Freitas, Francisca Inês de Sousa; de Souza, Evandro Leite and Maciel, Janeeyre Ferreira. 2012. Bacterial counts and the occurrence of parasites in lettuce (Lactuca sativa) from different cropping systems in Brazil. Food Control. 28(1):47-51.

Nirza Noguera Machado, Luis Ojeda Ojeda, Raquel Mejía, Francheska Martínez, Dayma González, Dayana Requena. Calidad microbiológica y parasitológica de lechuga (Lactuca sativa) y cilantro (Coriandrum sativum) expendidos en la Parroquia Santa Rita, Aragua, Venezuela- Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 7 (1): 052-064. Enero-Junio, 2016-https://sites.google.com/site/1rvcta- ISSN: 2218-4384 (versión en línea)

Rev Peru Med Exp Salud Pública. 2009; 26(1): 45-48. Marco Rivera-Jacinto 1,a, Claudia Rodríguez-Ulloa 1,a, John López-Orbegoso

Ríos-Tobón, S; Agudelo-Cadavid, R.M; Gutiérrez-Builes, L.A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev. Fac. Nac. Salud Pública; 35(2): 236-247. Recuperado de http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf

Rojas Puebla, Itzel. Tesis [Internet]. 2017. Recuperado a partir de: http://hdl.handle.net/20.500.11799/65583

Vélez Bravo AP, Ortega González JE. Tesis [Internet]. 2013. Recuperado a partir de: http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/4301.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Diseño de biorreactor para microalgas destinadas a la obtención de biodiesel.

Ojeda López, Luis A.[1]; Herrera, Rodrigo[1]; Corral, Lucrecia[1] y Tereschuk, María L.[1]

(1) Cátedra de Química Orgánica, Departamento de Ingeniería de Procesos y Gestión Industrial, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán. Luisojeda356@hotmail.com

RESUMEN: Entre los combustibles alternativos uno promisorio es el biodiesel. Una buena opción como materia prima para la obtención de aceites para biodiesel son las microalgas, pero un gran escollo para obtener el biocombustible a partir de ellas es el costoso equipamiento y medios de cultivo necesarios. Buscando encontrar una opción más económica y optimizar la producción de biomasa en menor espacio, con pérdidas mínimas de CO_2, riesgo reducido de contaminación, ahorro de nutrientes; cortos períodos de producción, productividades superiores y el cultivo de una sola especie por tiempos prolongados, enfocamos el diseño de nuestro Reactor cerrado hacia un cilindro transparente para aprovechar la luz natural. Sumamos agitación por burbujeo de una mezcla de aire y CO_2 con presencia de luz interna por medio de tecnología LED, distribuida en el centro del reactor. Este modelo a escala piloto, de tipo semicontinuo, con medio de cultivo acondicionado y en él se realizará el crecimiento de *Scenedesmus acutus*, cuyo fin es la producción de biomasa para la extracción de aceites y obtención de biodiesel. Se obtuvo un rendimiento de biomasa de 1,8 g/l para condiciones de trabajo con suministro de CO_2 y 0,89 g/l sin suministro de CO_2 con la cepa utilizada.

ABSTRACT: Among the alternative fuels one of the most promising is biodiesel. A good option for is a microalgae-based biodiesel production, but its cultivation requires expensive equipment and high cost culture media. To find a cheaper option and optimize the production of biomass in less space, with minimal losses of CO_2, reduced risk of contamination, water and nutrient savings; lower surface requirements, short production periods, higher productivities and pure culture of microalgae for long periods; we focus our design to a transparent closed reactor to increase taking of natural light. Bubble agitated system consistent in a mixture of air and CO_2 with light provided by LED technology and homogeneously distributed in reactor, was performed. This PhotoBioReactor (PBR) is designed at pilot scale, semi-continuous type, with adjusted culture medium for *S. acutus*, obtaining biomass for oil extraction to obtain biodiesel. Biomass production with CO_2 supply was 1.8 g / l and without CO_2 supply was 0.89 g / l using *S. acutus*.

Palabras claves: Biorreactor; Microalgas; *Scenedesmus acutus*; Biodiesel.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

En la era de los combustibles alternativos, uno de los más promisorios es el biodiesel de distintas materias primas como ser maíz, soja, girasol o algas, cada una de estas opciones posee sus ventajas y sus desventajas al momento de la producción, del rendimiento de la extracción del aceite y la calidad del mismo al momento de la transesterificación (Arredondo 1991). Elegimos las microalgas *Scenedesmus acutus* como materia prima, buscando una salida más económica para el cultivo de ellas a escala industrial, ya que uno de los mayores escollos para obtener el biodiesel, es el costoso equipamiento (Chisti 2008 - Schenk 2008) y los medios de cultivo necesarios, aunque su desarrollo en terreno infértil corre con ventaja sobre semillas que podrían ser alimento (Park 2011).

La microalga *Scenedesmus acutus* fue seleccionada por ser una microalga que crece en nuestros ríos y lagos y es competente frente a otras cepas en cuanto al rendimiento en la producción de biomasa y aceite (Algaebase 2013).

Al momento de la selección del tipo de reactor se pueden utilizar reactores abiertos, cerrados o semicerrados. Si se busca una mayor producción de biomasa en menor espacio, los sistemas cerrados, ofrecen ventajas como pérdidas mínimas de CO_2, riesgo reducido de contaminación, ahorro de agua y nutrientes; menores requerimientos de superficie, cortos períodos de producción y productividades considerablemente superiores y el cultivo de una sola especie por tiempos prolongados, entre muchas otras (Chisti 2007). Por esto enfocamos nuestro diseño en un reactor cerrado diseñado a base de vidrio y acrílico poroso transparente buscando aprovechar la totalidad de la luz natural (Ugwu 2008). Sumamos agitación por burbujeo de una mezcla de aire y CO_2 en una proporción adecuada para optimizar el crecimiento, aumentamos la incidencia de luz por medio de tecnología LED distribuyéndola homogéneamente en el centro del reactor para cubrir el área de incidencia en su totalidad y evitar las zonas oscuras internas del cilindro (Gao 2016).

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 *Medio de Cultivo*

El cultivo de la cepa se realizó utilizando el medio de cultivo "Bold's Basal Medium" preparado según indicaciones del protocolo en agua bidestilada, esterilizado previamente mediante autoclavado (Tabla 1), el segundo cultivo utilizado fue un fertilizante comercial (Singh 2014).

Tabla 1. Composición del medio de cultivo BBM

$NaNO_3$		2.5%
KH_2PO_4		1.75%
K_2HPO_4		0.75%
$MgSO_4.7H_2O$		0.75%
$CaCl_2.2H_2O$		0.25%
NaCl		0.25%
Solución EDTA	EDTA	5%
	KOH	3.1%
Solución hierro	$FeSO_4.7H_2O$	0.5%
	H_2SO_4	0.1%
H_3BO_3		1.15%
Solución de Macro-nutrientes	$ZnSO_4.7H_2O$	0.9%
	$MnCl_2.4H_2O$	0.15%
	MoO_3	0.07%
	$CuSO_4.5H_2O$	0.16%
	$Co(NO_3)_2.6H_2O$	0.05%
	H_2SO_4	0.1%

2.2 Parámetros de Diseño

Para el diseño del biorreactor se tuvieron en cuenta los crecimientos a escala laboratorio realizados previamente en *batch* estéril, manteniendo las relaciones de altura y diámetros de base, niveles de agitación y turbulencia, caudales de gas suministrados, medio de cultivo utilizado y niveles de temperatura y pH. La luz es el nutriente que de las microalgas para que puedan generar. La luz es siempre el nutriente limitante en un fotobiorreactor bien diseñado, ya que los demás nutrientes se pueden añadir en exceso. Sin embargo, la luz es limitada y además es difícil hacerla penetrar en el fotobioreactor. Para disminuir esta limitante, se modificó la incidencia de luz reemplazando la luz de tubo fluorescente por luz natural y con el agregado de tiras de luz LED internas de amplio espectro de longitud de onda (Gao 2016).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

El crecimiento fue realizado a una temperatura de 25°C y un nivel de pH entre 7.5 - 8.5 durante todo el crecimiento.

2.3 Escalamiento

Se calcularon la relación de longitudes (ecuación 1) y los números de Reynolds (ecuación 2) y se mantuvieron constantes durante el escalamiento, para la relación de longitudes se tomó el diámetro de la base del recipiente y la altura final del nivel de líquido y para el cálculo del número de Reynolds se tomó la densidad media y la viscosidad media del fluido durante los 30 días de crecimiento de la cepa, el diámetro del cilindro y la velocidad del flujo de gas.

$$\frac{L}{D} = cte \qquad (1)$$

$$N_{Re} = \frac{D \times v \times \rho}{\mu} \qquad (2)$$

Se probaron las distintas concentraciones de CO_2 sin llegar a los niveles máximos que llegaría a producir envenenamiento, y se eligió como concentración de CO_2 admisible 2% del flujo de gas suministrado, con un caudal de 24 l/h (Figura 1).

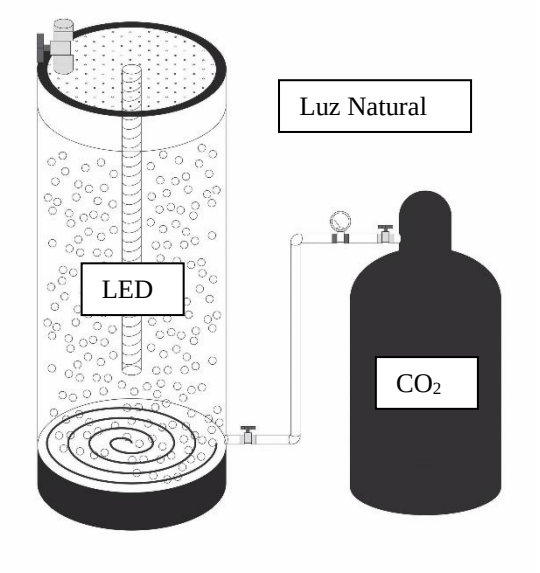


Figura 1. Esquema de diseño de biorreactor para microalgas.

2.4 Construcción

Para establecer los niveles de incidencia de la luz natural, se utilizó vidrio y acrílico poroso para la construcción del reactor. Vidrio para el cuerpo cilíndrico y acrílico poroso para la tapa. Se utilizaron luces LED sumergibles colocadas en forma de espiral y distribuidas centralmente en el cilindro y espaciadas verticalmente entre vuelta y vuelta al perímetro, quedando establecido una espiral que recorriera toda la altura del cilindro interno (Figura 1). Las luces LED utilizadas fueron seleccionadas en función de la longitud de onda aprovechable por nuestra cepa. A su vez, se colocó un temporizador para establecer límites de tiempo en ciclos de luz de 12 horas, asemejando el ciclo día/noche y que el cultivo de microalgas no se desarrolle en condiciones de estrés.
Una vez establecido el régimen de turbulencia y el caudal del gas, se distribuyó de manera uniforme por toda la circunferencia de la base del cilindro, una manguera tipo cristal con perforaciones equidistantes para asegurar la difusión del gas en el líquido y manteniendo el régimen turbulento.

2.5 Crecimiento

El tipo de crecimiento en este biorreactor fue de tipo semicontinuo ya se operan de forma similar a los cultivos por lotes, pero sólo se cosechan parcialmente a intervalos regulares, reponiendo el cosechado con medio fresco. Para evitar posibles contaminaciones a la cepa de microalga inoculada se colocaron en simultáneo al inóculo penicilina 0,3 % y estreptomicina 5 % como antibióticos.
Una vez inoculado el reactor con la cepa correspondiente, el tiempo de residencia fue establecido en 30 días entre el comienzo y el fin del ciclo de crecimiento de la microalga nativa *Scenedesmus acutus*. Se midió la biomasa de microalgas cada 3 días por la totalidad del tiempo de residencia, midiendo la densidad óptica en una longitud de onda de 610 nm con un espectrofotómetro (Hitachi 1900) y por conteo celular en cámara de Neubauer (Figuras 2 y 3).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

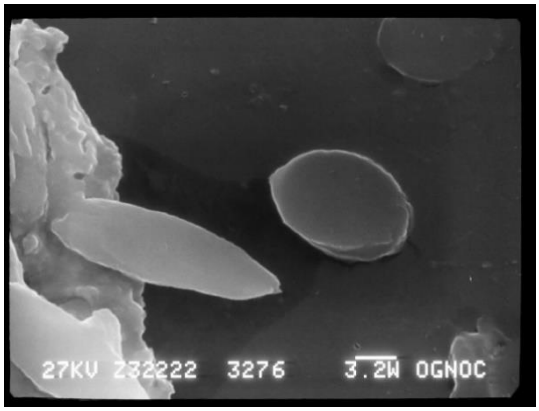


Figura 2. Micrografía electrónica de *Scenedesmus acutus.*

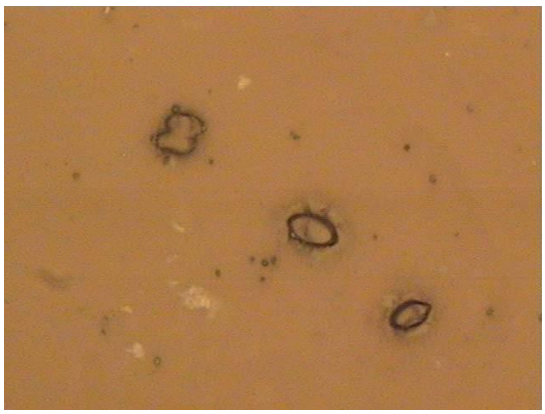


Figura 3. Micrografia de la cepa *Scenedesmus acutus*.a (250x Microscopio Olympus BX 60 M).

3 RESULTADOS

Este modelo es el escalado a nivel piloto, de tipo semicontinuo, con medio de cultivo acondicionado y en él se realizó el crecimiento de *Scenedesmus acutus*, cuyo fin de producción es la obtención de biomasa para la extracción de aceites y obtención de biodiesel.

La producción de biomasa de microalga en el nuevo diseño de biorreactor, fue analizada y comparada con 2 medios de cultivo, el medio Bold´s Basal Medium (medio de sales) y el medio provisto de fertilizante comercial "Sera Morena" en ambos medios se pudo observar un incremento en el rendimiento de la producción de la Biomasa con respecto al crecimiento en *batch*. En la Figura 4 se analizan 4 crecimientos de cepas de microalgas, crecimiento a escala laboratorio con medio de cultivo BBM (N°2 – N°3), crecimiento a escala laboratorio con medio de cultivo comercial (N°1) y crecimiento en reactor escalado (N°4).

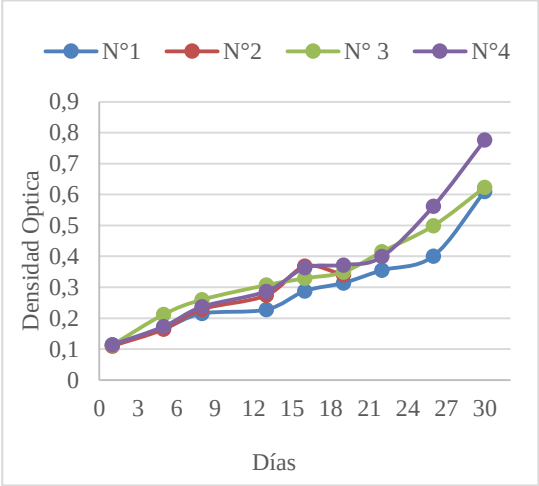


Figura 4. Curva de crecimiento de las muestras de cepas de *Scenedesmus acutus*. N°1: Medio Comercial. N°2,3: Medio BBM. N°4: Biorreactor.

Se obtuvo un rendimiento de biomasa de 0,89 g/l para las condiciones de trabajo sin suministro de CO_2 con la cepa utilizada y de 1,8 g/l con suministro de CO_2 encontrándose dentro de los rangos de crecimientos de los referentes encontrados (Gao 2016; Kim 2007)

4 CONCLUSIONES

Se puede concluir que, las modificaciones planteadas junto al escalamiento, dieron como resultado una mejora en la producción de biomasa, y muestran resultados prominentes llevándolos a niveles competentes respecto a referentes internacionales. (Greque 2007)

5 AGRADECIMIENTOS

A la cátedra de Microbiología General FACET-UNT (Dr. Daniel Valdeón). Al Dr. Nicolás Nieva por las micrografías en MO y a la Dra Roxana Madrid por las micrografías electrónicas. Financiamiento: "Biorrecator para microalgas" Universidad, Diseño y Desarrollo Productivo (SPU-ME). PIUNT 548/3.

6 REFERENCIAS

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Algaebase (2013). Scenedesmus. www.algaebase.org

Arredondo BO & Vázquez-Duhalt R (1991) Aplicaciones biotecnológicas en el cultivo de microalgas. Ciencia y Desarrollo. 17: 99-111.

Cámara Argentina de Biocombustibles. Datos estadisticos y biblioteca virtual www.carbio.com/biocombustibles/normasye standares

Castro Pareja, Paula; Coello Guevara Javier (2008) Biocombustible, agua y agricultura en los Andes - Foro Andino del Agua y la Alimentación (29 al 31 de enero, Bogotá, Colombia)

Christy, Y. (2007). Biodiesel from Microalgae. Biotechnology Advances, (25):294-306

Gao, F; Chen Li, Zhao-Hui Yang, Guang-Ming Zeng, Li-Juan Feng, Jun-zhi Liu, Mei Liu, Hui-wen Cai, (2016) Continuous microalgae cultivation in aquaculture wastewater by a membrane photobioreactor for biomass production and nutrients removal, In Ecological Engineering, Volume 92, Pages 55-61, ISSN 0925-8574,

Greque M, Vieira JÁ. Biofixation of carbon dioxide by Spirulina sp. and Scenedesmus obliquus cultivated in a three-stage serial tubular photobioreactor. (2007) J Biotechnol 129: 439–445.

Hernández-Pérez Alexis y LabbéJosé (2014). Microalgas, cultivo y beneficios. Revista de Biología Marina y Oceanografía. Vol. 49, Nº2: 157-173.

Johnson, M.B., Wen, Z. (2010). Development of an attached microalgal growth system for biofuel production. Appl Microbiol Biotechnol 85:525-534.

Kim MK, Park JW, Park CS, Kim SJ, Jeune KH, Chang MU, e t al. (2007) Enhanced production of Scenedesmus spp . (green microalgae) using a new medium containing fermented swine wastewater. Bioresource Technol 2007; 98: 2220 – 2228.

Lundquist T.J., Woertz I.I., Quinn N.W.T., Benemann J.R., (2010) A Realistic Technology and Engineering Assessment of Algae Biofuel Production. Energy Biosciences Institute, University of California.

Maity JP, J Bundschuh, C-Y Chen & P Bhattacharya. (2014). Microalgae for third generation biofuel production, mitigation of greenhouse gas emissions and wastewater treatment: Present and future perspectives: A mini review. Energy. http://dx.doi.org/10.1016/j.energy.2014.04.003

Park J, R Craggs & A Shilton. (2011) Recycling algae to improve species control and harvest efficiency from a high rate algal pond. Water Research 45: 6637-6649.

Schenk, P.M., Thomas-Hall, S.R., Stephen, E., Marx, U.C., Mussgnug, J.H., Posten, C., Kruse, O., Hankamer, B. (2008). Second generation biofuels: high-efficiency microalgae for biodiesel production. Bioenerg Res 1(1):20-43.

Singh, Darío; Ojeda López, Luis A.; Tereschuk, ML. Optimización del medio de cultivo de microalgas para la obtención de aceites destinados a biocombustibles. II Congreso Argentino de Ingeniería CADI (2014). Publicado en Segundo Congreso de Ingeniería ISBN 978-987-1662-51-7

Ugwu, C.U. H. Aoyagi, H. Uchiyama. (2008) Photobioreactors for mass cultivation of algae, In Bioresource Technology, Volume 99, Issue 10, Pages 4021-4028, ISSN 0960-8524

Yusuf Chisti, (2007) Biodiesel from microalgae, In Biotechnology Advances, Volume 25, Issue 3, Pages 294-306, ISSN 0734-9750

Crecimiento y Producción de Materia Seca de Alfalfa Inoculada en la Zona IV del Área de Riego del Dulce (Provincia de Santiago del Estero)

Robledo, Natalia E.[1]; Galizzi, Fernando A.[2] y Cornacchione, Mónica V.[3]

(1) Estudiante de Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. UNSE. Avenida Belgrano sur 1912. 4200. Santiago del Estero, Argentina. e-mail: natii.r93@gmail.com
(2) Edafología. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. UNSE. Avenida Belgrano sur 1912. 4200 Santiago del Estero, Argentina. e-mail: fgalizzi@unse.edu.ar
(3) Grupo de producción animal. INTA Santiago del Estero. Jujuy 850. 4200. Santiago del Estero, Argentina. e-mail: cornacchione.monica@inta.gob.ar

RESUMEN: Con el objetivo de estudiar el comportamiento de alfalfa al ser inoculada, se comparó la producción de forraje y de nódulos durante el primer año de crecimiento. Dos parcelas fueron sembradas, una con semilla no inoculada y la otra con semilla inoculada. Se hicieron 8 cortes y se determinaron materia fresca, materia seca, número de tallos, altura máxima del tallo, número máximo de nudos, relación hoja/tallo y nodulación en dos fechas. No hubo diferencias significativas debidas a la inoculación para ninguno de los parámetros evaluados durante el primer año de crecimiento. Se obtuvieron diferencias entre los cortes con un máximo de producción de materia fresca y seca en los meses de noviembre diciembre y enero disminuyendo la producción a partir de febrero. Los nódulos fueron mas abundantes en la primeros meses y se observó, al finalizar el primer año, una menor cantidad de nódulos infectivos. En el primer año hubo racimos de nódulos en forma de palma que no se observaron al año. La presencia de nódulos en plantas que provienen de semilla no inoculada estaría indicando la existencia de cepas nativas infectivas en el suelo ya que desarrollaron nódulos rojos. Bajo las condiciones estudiadas, la inoculación no generó cambios significativos en el crecimiento ni en la producción de alfalfa durante el primer año de crecimiento.

ABSTRACT: In order to study the behavior of the alfalfa inoculation, the forage and nodule production was compared during the first year of growth. Two plots were sown, one with non-inoculated seed and the other with inoculated seed. Eight cuts were made and fresh and dry matter, the number and maximum height of the stems, the maximum number of nodes, leaf / stem ratio and presence of nodules in two dates were determined. There were no significant differences due to inoculation for any of the parameters evaluated during the first year of growth. Differences were obtained between the cuts with a maximum production of fresh and dry matter in November, December and January, decreasing production from February. The nodules were more abundant in the first months and decreased at the end of the first year with a lower number of infective nodules. In the first year there were clusters of palm-shaped nodules that were not observed at the end of the year. The presence of nodules in plants that come from non-inoculated seeds would indicate the existence of infective native strains in the soil since they developed red nodules. Under the conditions studied, the inoculation did not generate significant changes in the growth or in the production of alfalfa during the first year of growth.

Palabras claves: *Medicago*, *Sinorhizobium*, simbiosis, Salinera INTA

Keywords: *Medicago*, *Sinorhizobium*, symbiosis, Salinera INTA

1 INTRODUCCION

La alfalfa (*Medicago sativa* L.) es una especie herbácea perenne perteneciente a la familia de las fabáceas. Argentina, con aproximadamente 5,5 millones de hectáreas cultivadas, es el segundo productor de alfalfa en el mundo (Basigalup, 2007).

Santiago del Estero ha sido por tradición productora de alfalfa. Debido a las condiciones semiáridas que caracterizan a la provincia y a las necesidades de agua del cultivo, la superficie cultivada con alfalfa se concentra principalmente en las zonas con riego.

Se estima que la superficie actual implantada en la provincia es de aproximadamente 37.600 has, de las cuales 21.128 has se encuentran bajo riego (17.216 has en el área de riego del Río Dulce y 3.812 has en el área de riego del Río Salado) y 16.472 has se desarrollan sin riego (en secano, departamento Rivadavia) y en otros sitios sin relevar como lotes en bajos naturales y dispersos) (Cornacchione, 2015).

El área de riego del Río Dulce es la zona alfalfera más importante para la producción de fardos y representa el 81% de la superficie bajo riego y el 46% del total de la provincia (Cornacchione, 2015).

En Santiago del Estero se siembran variedades sin reposo invernal (grado 8, 9 y 10). En gran medida se siguen sembrando cultivares como Monarca INTA Producem, Salinera INTA, Trinidad ACA, CUF 101 y en menor escala otros cultivares mas modernos.

Las especies, que integran la familia de las Fabáceas, entre ellas alfalfa, tienen una gran demanda por nitrógeno (N). La alfalfa forma nódulos en las raíces con bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico creando un sistema, denominado simbiosis, donde los beneficios son mutuos. Este proceso se conoce como Fijación Biológica de Nitrógeno (FBN).

El buen funcionamiento de la simbiosis rizobio-leguminosa disminuye la demanda de N del suelo manteniendo la fertilidad del mismo.

En general se recomienda inocular cuando en los lotes donde se va a siembrar nunca han tenido alfalfa, o cuando se observa que las cepas son poco eficientes. La inoculación es la tecnología desarrollada con la finalidad de incorporar rizobios altamente infectivos y eficientes en las leguminosas de interés agropecuario (Perticari, 2006; Albanesi *et al*., 2013). Racca *et al*. (2001) y Racca y González (2007) estudiaron la contribución de la fijación biológica de nitrógeno a la nutrición de la alfalfa y expresaron que aproximadamente el 50 % del requerimiento de N lo aporta la FBN. Se estima que la alfalfa para producir una tonelada de materia seca extrae por hectárea las siguientes cantidades de macronutrientes: 27 kg de N, 21 kg de K; 12 kg de Ca, 3,8 kg de S; 2,8 kg de Mg y 2,8 kg de P (Ciampitti y Garcia, 2008).

En Santiago del Estero hay escasos estudios sobre el efecto de la inoculación y nodulación en los alfalfares. Solo se pueden mencionar el trabajo de Albanesi *et al.* (1996) y una publicación de Pérez (2003). Se han realizado otros estudios tales como fechas de siembra (Fumagalli, 1980), requerimientos térmicos de cultivares de alfalfa (Boletta *et al*, 1986), calidad de la semilla (Toselli y Casenave, 2011); control de malezas (Kunst, 1980; Ochoa 2015), producción de semillas (Ochoa, 2002), producción de forraje (Cornacchione, 2016), situacion del cultivo en Santiago del Estero (Ochoa, 1997; Salgado *et al*., 2018), propiedades físicas del suelo con alfalfa bajo pastoreo (Oneto *et al.*, 2005) y respuesta de la alfalfa a distintos niveles de contenidos hídricos del suelo (Salgado, 2011).

El objetivo de este trabajo fue estudiar la producción de forraje de alfalfa (*Medicago sativa* L., Fabaceae) variedad salinera INTA inoculada con la bacteria *Sinorhizobium meliloti* (*S. meliloti*) y describir los nódulos en el sistema radicular de plantas inoculadas y no inoculadas.

2 MATERIALES Y METODOS

El ensayo se encuentra en el campo experimental “Ing. Agr. Francisco Cantos” del INTA situado en la localidad de La Abrita (departamento Silípica, Santiago del Estero, Argentina. Coordenasdas: 27° 48´ LS y 64° 16´ LO). El suelo fue clasificado como Haplustol torriorténtico (franco limoso) Serie La María. El contenido de materia orgánica es de 1%, 27 ppm de fósforo, conductividad eléctrica 0,4 dS m^{-1} y el pH de 7,8 (Angueira y Zamora, 2007).

La siembra se realizó el 19 de Mayo del 2017, en líneas cada 25 cm en dos parcelas de 3,5 x 18 m c/u, se utilizó la variedad Salinera INTA. Una de las parcelas fue sembrada con semilla tratada con un inoculante comercial y la otra se sembró con semilla natural sin inocular (no se agregó ni fungicida ni insecticida). La parcela elegida tiene

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

una antecedentes de siembras previas de alfalfa y se manejó siempre con riego por gravedad e integra el sector de ensayos de alfalfa en diferentes campañas agrícolas.

Dentro de cada parcela, se procedió a tomar 4 muestras empleando un cuadrante de 0,25 m^2 encerrando en él dos líneas de siembra. Se contaron el número de plantas dentro del cuadrante y se cortaron con una tijera hasta una altura de unos 10 cm desde el suelo.

Posteriormente en el laboratorio se procedió a acondicionar las muestras. En cada corte se determinaron materia fresca total, número de tallos, altura máxima del tallo y número máximo de nudos, producción de materia seca total y relación hoja/tallo. Se hicieron 8 cortes entre los meses de octubre a mayo.

El estudio de los nódulos se hizo a través de la extracción de plantas con raíces mas suelo a una profundidad aproximada de 25 cm y un diámetro de 15 cm con el fin de extraer la mayor cantidad de raices sin dañarlas. Se hicieron dos muestreos de plantas de alfalfa, a los dos meses de implantado el cultivo y al año. El estado fenológico de la alfalfa al momento del muestreo fue de estado vegetativo A estadío 1 (6 nudos y 16 cm de longitud) (Rodríguez y Spada, 2007).

Los datos se analizaron estadísticamente mediante el paquete estadístico Infostat. Las diferencias entre las medias aritméticas se probaron con el test DLS con un nivel de significación del 0,05.

3 RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Producccion de forraje

En el análisis individual por corte, no hubo diferencias en la producción de materia verde y seca entre la alfalfa inoculada y la no inculada (tablas 1 y 2). En el análisis global que incluyó todos los cortes, no hubo interacción entre el tratamiento (inoculado y no inooculado) y los cortes ($p>0,05$). Si hubo diferencias entre los cortes con un máximo de producción de materia verde y seca en los meses de noviembre, diciembre y enero disminuyendo la producción a partir de febrero.

Sólo hubo floración en los cortes de octubre a febrero. El porcentaje de materia seca varió desde 26 % hasta 16 %. El intervalo entre cortes fue 24 hasta 30 días en la época estival. La producción de materia fresca disminuyó de 15 t ha^{-1} en octubre 2017 hasta 4 t ha^{-1} en mayo 2018 y se relacionó con una disminución en materia seca 3,0 a 0,72 t ha^{-1}, la altura del corte también fue mayor en primavera – verano. La relación hoja a tallo fue variable entre 2,2 hasta 1,0. La producción acumulada en el primer año (8 cortes) fue de 17 t MS ha^{-1} $año^{-1}$. Según las estimaciones de extracción de N realizadas por Ciampitti y Garcia (2008), esta cantidad de forraje cosechado necesita acumular 459 kg de N ha^{-1} $año^{-1}$, de los cuales 229 kg N (50%) debería haberse aportado por FBN (Racca y González, 2007). Comparando la producción anual de MS de la variedad Salinera INTA con los resultados informados en la red de ensayos territoriales del INTA (Arolfo y Odorizzi, 2016), el valor obtenido de 17 t MS por la variedad Salinera es menor comparativamente a lo reportado para la variedad Monarca SP INTA que acumuló en 9 cortes 23.5 t MS $año^{-1}$ (2016-2017). Sin embargo, los datos de producción son altamente dependientes del manejo y del año en cuestión ya que hay reportes que muestran que Monarca logró mayores potenciales en un primer año alcanzando a acumular 31 t MS $ha^{-1}.año^{-1}$ (2012-2013, Red de Alfalfa) y 30 t MS $ha^{-1}.año^{-1}$ Salgado (2011). Por lo tanto, el comportamiento productivo de Salinera no escapa a la variabilidad anual que presentan otras variedades en respuesta al clima, riegos, presión de enfermedades, cantidad de cortes, etc.

Para el ciclo de evaluación 2012-2016, Cornacchione (2016) reportó que la producción de MS disminuyó en los años sucesivos hasta llegar a 8 t MS por ha con 9 cortes en el cuarto año. Monarca produjo en 4 años 72 t MS ha^{-1} y hubo variedades mas productivas como son WL 903 y Panalfa con 84 t MS ha^{-1}. Pérez (2003) menciona que en la red nacional de cultivares de alfalfa realizado por INTA Santiago del Estero la producción promedio de MS por ha y por año varió entre 17 hasta 23 t MS en las campañas 92/93 hasta 95/96 con 7 a 9 cortes por año.

La variedad Salinera no integra la red de ensayos territoriales de alfalfa del INTA. En general cada vez que fue evaluada, ha mostrado menor produccion de MS que otras variedades en condiciones normales y bajo riego, Salinera fue seleccionada por su aptitud de producción de forraje y de semilla en condiciones de salinidad, y es bajo tales condiciones donde muestra su mejor performance.

3.2 Nodulación

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

A los dos meses de la implantación, los nódulos fueron abundantes (tabla 3) y al año de la siembra se observó una menor cantidad de nódulos infectivos (nódulos rojos) y con un 25 % de plantas sin nódulos.

En la primera fecha hubo nódulos agrupados en forma de racimos (palmados) que no se observaron en la alfalfa de un año. Se especula que pueden haber existido a mayor profundidad dado que existen antecedentes (Racca y González, 2007) en el cúal se ha observado la presencia de nódulos en raíces profundas hasta mas de un metro de profundidad (muy superior a la profundidad muestreada). Tambien señalaron que los nódulos cambian de forma, así los nódulos nuevos tienen forma alargada luego adquieren el aspecto palmado y finalmente como racimos lo cual no pudo ser corroborado por el tipo de muestreo destructivo de los individuos analizados.

La nodulación fue menor al cabo de un año de sembrada la alfalfa. Cabe destacar que en los dos momentos la alfalfa no inoculada también presentó nódulos en las raíces originados por cepas que están presentes en el suelo, ya que en el lugar habitualmente se siembra alfalfa.

Pérez (2003) expresa que en esta provincia tradicionalmente no se inocua la semilla debido a que la alfalfa nodula con los rizobios naturales que existen en el suelo.

Racca y González (2007) mencionaron que existe mucha información referida a la simbiosis entre S meliloti y varias especies del género Medicago y que en los suelos alfalferos existen poblaciones nativas o naturalizadas de S meliloti capaces de nodular especies de los generos Medicago, Melilotus y Trigonella. En cultivos no inoculados aparecen nódulos espontaneos que son consecuencia de la estimulación que ejercen las plantas de alfalfa sobre poblaciones de S. meliloti que están en el suelo. La formación de raicillas nuevas en la alfalfa es un aspecto fundamental para la dinámica de la nodulación, asi no encontrar nódulos en los primeros 30 – 40 cm no implica que la alfalfa no tenga nódulos sino que estos pueden estar en raíces mas profundas. Si bien la superficie del ensayo es reducida y al no disponder de información de que se hayan controlado otras fuentes de variabilidad (riego, nutrientes y otras condiciones edafológicas, similitud cultivos antecesores en ambos tratamientos), son resultados preliminares sobre un tema tan importante como la respuesta a la inoculación de alfalfa en zona de riego. Seria importante realizar mediciones que verifiquen la importancia relativa de todas las fuentes de variación mencionadas.

4 CONCLUSIONES

Según los parámetros evaluados y teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por las condiciones experimentales, la inoculación no generó cambios en el crecimiento y producción de forraje en la alfalfa inoculada. Se desarrollaron nódulos efectivos en plantas no inoculadas lo cual se debería a la presencia de cepas naturalizadas de *Sinorhizobium* en el suelo.

Se observó una menor cantidad de nódulos al año de implantación del cultivo lo cual no pudo ser atribuido al desarrollo de nódulos nuevos o si se trata de nódulos de mas edad que modificaron su tamaño y/o forma.

5 AGRADECIMIENTOS

Al CICYT – UNSE y a EEA INTA Santiago del Estero por financiar parcialmente esta investigación. A la Ing. Agr. Celia González de la cátedra de Edafología (FAyA – UNSE) y a la estudiante de Ingeniería Agronómica (FAyA – UNSE) Srta. Micaela Encina por colaborar en los estudios y descripción de los nódulos.

6 REFERENCIAS

Albanesi, A.S.; S. Benitende; F. Cassan y A. Perticari (Eds.), *Manual de procedimientos microbiológicos para la evaluación de inoculantes,* Publicación de la Asociación Argentina de Microbiología, Primera edición, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2013.

Albanesi, A.S.; E. Ise y C C González, *Nodulación en alfalfa (Medicago sativa L.) cultivar CUF 101, en el área de riego del Río Dulce, Santiago del Estero, Argentina,* XVII Reunion Latinoamericana de Rhizobiología, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, J. Pijennborg *et al*. (Ed), Libro de resúmenes, página 45, 1996.

Angueira C. y E. Zamora, *Carta de suelos, Oeste del Área de Riego del Rio Dulce, Santiago del Estero, Argentina*, Serie informes técnicos EEA Santiago del Estero N° 40, 2007.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Arolfo, V. y A. Odorizzi, Avances en alfalfa, Ensayos territoriales, Red de evaluación de cultivares de alfalfa, 26: 1-83, 2016.

Basigalup, D. H. (Ed.), *El cultivo de la alfalfa en la argentina*, Ediciones INTA, Buenos Aires, 2007.

Boletta, P E.; L. H. Ochoa y L.R. Acuña, Requerimientos térmicos de distintos cultivares de alfalfa durante el subperíodo fenológico desde fecha de corte hasta el estado de yema prefloral o 10 % de floración, Convenio INTA – UNSE, 10 páginas, 1986.

Ciampitti, I. A. y F. O. García, Requerimientos nutricionales, Absorción y extracción de macronutrientes y nutrientes secundarios, II Hortalizas, frutales y forrajeras; *Archivo Agronómico* Nº 12: 1 – 4, 2008.

Cornacchione, M. V., Santiago del Estero, *Avances en alfalfa, Ensayos territoriales*, 26: 61 - 63, 2016.

Cornacchione, M.V., Alfalfa en Santiago del Estero: ¿Cuánta superficie hay y dónde está?, Convenio de cooperación técnica INTA-Ministerio de Producción, Recursos Naturales, Forestación y Tierras de Santiago del Estero, Informe 1, 8 páginas, 2015.

Fumagalli, A. E., Epocas de siembra de alfalfa en Santiago del Estero (zona de riego), en CASE (Ed.) I Reunión técnica de alfalfa del noroeste argentino, Santiago del Estero, pp109-120, 1980.

Kunst, C. R. G., Consideraciones sobre el uso de la sal sódica del ácido 2,2 dicloropropiónico (dalapón) para el control de gramilla rastrera (*Cynodon dactylon* Prs.) en alfalfares de la zona de riego del Río Dulce, en CASE (Ed.) I Reunión técnica de alfalfa del noroeste argentino, Santiago del Estero, pp 127-142, 1980.

Ochoa, L. H. La alfalfa en Santiago del Estero; Alfalfa: Terceras Jornadas Técnicas del NOA, Santiago del Estero, pp 2-4. 1997.

Ochoa, L. H., *El desarrollo del secano, investigaciones y tecnologías aplicadas al semiárido salino*, Ediciones UCSE, Primera edición, Santiago del Estero, 2002.

Ochoa, M. del C., Manejo de malezas en alfalfa, Cátedra de Matología, FAyA, UNSE, Curso dictado en el Departamento Figueroa, Inédito, 10 páginas, 2015.

Oneto, C. A.; A. Fumagalli; M. V. Cornacchione, J. M. Salgado y M. A. González Pérez, Evaluación de parámetros físicos de suelo bajo pastoreo con alfalfa y verdeos en área semiárida bajo riego, Congreso Argentino de Ingeniería Rural (CADIR), Merlo, San Luis, Resúmenes expandidos 4 páginas, 2005.

Pérez, H. E.; Alfalfa: Implantación y manejo en Santiago del Estero, Ediciones INTA, Serie de Informes Tecnicos EEA Santiago del Estero, N° 7, 32 páginas, 2003.

Perticari, A., Pasturas de alfalfa: importancia de una adecuada inoculación, página web www.produccion-animal.com.ar, obtenido en septiembre de 2018, 2006.

Racca, R., D. Collino, J. Dardanelli, D. Basigalup, N. González, E. Brenzoni, N. Hein y M. Balzarini, *Contribución de la fijación biológica de nitrógeno a la nutrición nitrogenada de alfalfa en la región pampeana*, Ediciones INTA, Argentina, 2001.

Racca, R. y N. González, Nutrición nitrogenada de la alfalfa e impacto de la fijación simbiótica del nitrógeno, capítulo 4, en D. H. Basigalup (Ed.) *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*, Primera edición, Ediciones INTA, pp 69-82, 2007.

Rodríguez, N y M. del C. Spada, Morfología de la alfalfa, capítulo 2, en D. H. Basigalup (Ed.) *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*, Primera edición, Ediciones INTA, pp 29-46, 2007.

Salgado, J. M.; M. R. Romani y D. Avila, El Cultivo de Alfalfa, Apuntes de Cátedra, Cátedra Sistemas de Producción de Cereales y Forrajes, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero, 82 páginas, 2018.

Salgado, R., *Respuesta del cultivo de alfalfa a diferentes estados hídricos del suelo*, Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en riego y drenaje, Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Agrarias, 57 páginas, 2011.

Toselli, M.E. y E.C. Casenave, Color and weight in relation to the quality of alfalfa seed *(Medicago sativa L.*), 10th Conference of the International Society for Seed Science, Bahía (Brasil), Resumen; página 24, 2011.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Valores promedios por tratamiento y corte de materia verde total (t ha^{-1}); número de plantas (plantas por metro cuadrado); materia seca (t ha^{-1}), relación Hoja/Tallo (en materia seca) y floración (%)

Corte	Tratamiento	Materia verde t ha^{-1}	Materia seca t ha^{-1}	Relación Hoja/Tallo	Floracion %
1 Octubre/2017	No inocul	14,10 a	2,82 a	1,88 a	12
	Inoculado	17,32 a	3,46 a	1,91 a	6
2 Noviembre	No inocul	12,12 a	3,15 a	1,15 a	27
	Inoculado	14,28 a	3,42 a	0,94 b	21
3 Diciembre	No inocul	14,28 a	3,14 a	1,15 a	34
	Inoculado	12,60 a	2,77 a	0,95 a	39
4 Enero/2018	No inocul	11,80 a	2,24 a	1,57 a	4
	Inoculado	10,64 a	2,13 a	1,70 a	10
5 Febrero	No inocul	8,48 a	1,61 a	2,20 a	8
	Inoculado	8,60 a	1,72 a	2,10 a	10
6 Marzo	No inocul	7,94 a	1,67 a	1,63 a	0
	Inoculado	9,93 a	2,08 a	1,65 a	0
7 Abril	No inocul	8,27 a	1,40 a	1,10 a	0
	Inoculado	6,80 a	1,09 a	1,25 a	0
8 Mayo	No inocul	4,24 a	0,77 a	1,32 a	0
	Inoculado	4,16 a	0,75 a	1,28 a	0

Medias seguidas con letras iguales indica que no hay diferencias estadisticas con un nivel de significancia de 0,05

Tabla 2. Valores promedios por tratamiento y corte de tallos vegetativos (tallos por metro cuadrado); altura (altura máxima de los tallos florales o vegetativos en cm); nudos (número de nudos hasta el ápice vegetativo o hasta el botón floral); número de tallos florales (tallos florales por metro cuadrado).

Corte	Tratamiento	Tallos vegetativos por m^2	Altura máxima cm	Número máximo de nudos	Tallos florales por m^2
1	No inocul	256 a	51 a	18 a	36 a
	Inoculado	228 a	64 a	15 a	16 a
2	No inocul	248 a	57 a	10 a	92 a
	Inoculado	268 a	58 a	12 a	72 a
3	No inocul	292 a	63 a	13 a	148 a
	Inoculado	200 b	64 a	12 a	128 a
4	No inocul	352 a	45 a	10 a	12 a
	Inoculado	300 a	51 a	10 a	32 a
5	No inocul	388 a	40 a	11 a	36 a
	Inoculado	376 a	40 a	10 a	44 a
6	No inocul	540 a	45 a	10 a	0
	Inoculado	484 a	44 a	11 a	0
7	No inocul	468 a	53 a	10 a	0
	Inoculado	376 a	50 a	11 a	0
8	No inocul	344 a	44 a	9 a	0
	Inoculado	332 a	43 a	10 a	0

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Medias seguidas con letras iguales indica que no hay diferencias estadisticas con un nivel de significancia de 0,05

Tabla 3: Ubicación, cantidad y tipo de nódulos (infectivos, rojos y no infectivos, blancos) en plantas de alfalfas inoculadas y no inoculadas en dos fechas

Tratamiento	Muestra número	Año 2017	Año 2018
Inoculado	1	abundante nódulos rojos en raíz secundaria, 1 nódulo blanco	1 nódulo blanco en raíz secundaria
	2	nódulos rojos grandes y palmados en raíz secundaria; nódulos blancos en raíz secundaria	1 nódulo rojo en raíz secundaria
	3	hay nódulos blancos en raíz principal y raíz secundaria; abundantes nódulos rojos pequeños en raíz secundaria	1 nódulo rojo en raíz secundaria
	4	nódulos rojos palmados en raíz principal, pequeños y abundantes en raíz secundaria	2 nódulos rojos palmados en raíz secundaria
No inoculado	1	abundante nódulos rojos en raíz secundaria	No se observaron nódulos
	2	nódulos rojos palmados en raíz principal; pequeños y abundantes nódulos rojos en raíz secundaria	2 nódulos blancos en raíz secundaria
	3	nódulos rojos palmados en raíz primaria, nódulos rojos pequeños y abundantes en raíz secundaria	1 nódulo rojo en raíz secundaria
	4	nódulos rojos palmados en raíz principal ysecundaria; nódulos rojos pequeños y abundantes en raíz sec	1 nódulo rojo en raíz secundaria

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Evaluación de características acústicas e índice de transmisión de la palabra en aulas de la Universidad Nacional de Tucumán

Diaz, Walter O.[1]; Peral, Silvia[1] y Gómez Marigliano, Ana C.[1]

(1) Grupo de Física Aplicada, INFINOA, Departamento de Física, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.
walter.diaz@fbqf.unt.edu.ar

RESUMEN: Las aulas escolares deben respetar una serie de normativas que aseguren una calidad acústica que permita cumplir su función principal, la de tener un buen ambiente de aprendizaje. Las características de la señal acústica correspondiente a una palabra se van modificando de una manera compleja en función del camino recorrido por la onda, de las características del emisor y del contexto en la cual se la emite. Un indicador acústico que mide la capacidad del oyente de entender una frase o una palabra hablada es el STI (Speech Transmission Index). El presente trabajo tiene por objetivo medir las características acústicas y el STI de aulas con distintas características constructivas de la Universidad Nacional de Tucumán comparándolas con valores establecidos por las normativas.

ABSTRACT: School classrooms must respect a series of regulations that ensure an acoustic quality that allows to fulfill its main function, that of having a good learning environment. The characteristics of the acoustic signal corresponding to a word are modified in a complex way depending on the path traveled by the wave, the characteristics of the emitter and the context in which it is emitted. An acoustic indicator that measures the listener's ability to understand a phrase or a spoken word is the STI (Speech Transmission Index). The present work has as objective to measure the acoustic characteristics and the STI of classrooms with different constructive characteristics of the National University of Tucumán comparing them with values established by the regulations.

Palabras claves: Confort acústico, Transmisión de la palabra, Ruido ambiente.

Keywords: Acoustic comfort, Speech transmisión, Ambient noise

1 INTRODUCCIÓN

En el caso de las aulas, ya sea escolares o del nivel superior de educación, una buena acústica es esencial para lograr los objetivos de aprendizaje. En estos lugares la transmisión de la información es esencial, por lo que cualquier degradación de la calidad de la señal repercute desfavorablemente en todo el proceso educativo. (Yang & Bradley, 2009)
La percepción del habla depende de muchos factores ya que algunas características de la señal acústica que corresponde a una palabra o a una frase se van modificando de una manera compleja. Estos cambios aparecen a medida que la onda va recorriendo su camino, de las características del emisor y del contexto en la cual es emitida. Como ejemplo típico, y quizá el más frecuentemente percibido, es el nivel de ruido presente en las salas o en el canal de comunicación.(Ali, 2013)
Para la determinación de la calidad acústica de una sala se suele determinar el tiempo de reverberación (TR) el cual indica cómo va cambiando la distribución de la energía sonora debido a las reflexiones en paredes y techos.(Ali et al., 2009)
Sin embargo, esta magnitud no siempre indica si la transmisión de la palabra hablada se realiza en forma correcta. Uno de los indicadores acústicos invariantes es el índice de transmisión de la palabra (STI en inglés) que da cuenta de la degradación de la señal hasta llegar al oyente. Las señales que conforman el habla son un flujo de energía con variaciones espectro temporales y el grado de preservación de estas variaciones es lo que se toma como medida de la fidelidad.(Steeneken & Houtgast, 1980)
Los factores que influencian sobre la inteligibilidad del habla son el tiempo de reverberación y la relación señal ruido del ambiente. Si la reverberación refuerza las primeras reflexiones del sonido, cuando arriban a la posición del receptor a intervalos de tiempo menores que 50 ms, se incrementa la inteligibilidad del habla.(Hodgson, 2001)
La energía sonora que llega más tarde enmascara el sonido directo, incrementando en forma efectiva el ruido ambiente y degradando la inteligibilidad del habla.
Estudios indican que la principal causa del desagrado en la percepción del habla se debe a la perdida de percepción en las fases tempranas de la concepción. (Knecht, Nelson, Whitelaw, & Feth, 2002)
El presente trabajo investiga las características acústicas de recintos dedicados a la enseñanza de trabajos prácticos de laboratorio, de resolución de problemas y de consultas. Se evalúan las condiciones constructivas de las aulas y las mediciones acústicas son comparadas con los valores establecidos para este tipo de ambiente.

2 MÉTODOS Y MATERIALES

2.1 Método

La reverberación y el ruido degradan la modulación del habla en las salas reales. Los autores del método determinaron que la modulación del habla natural se encuentra en el rango de frecuencias de 0,5 Hz a 12,5 Hz. Proponen una función, llamada Función de Transferencia de Modulación, que informa como el sistema afecta a la modulación del habla.(Houtgast, Steeneken, & Plomp, 1980)
La norma IEC-60268-16 define un método para estimar la inteligibilidad del habla, el cual proporciona el índice STI, que utiliza 14 frecuencias de modulación (desde 0,63 Hz a 12,5 Hz) en siete bandas de octavas (desde 125 Hz a 8 kHz). Por otra parte, la misma norma define un método simplificado denominado RASTI que analiza solo 9 frecuencias de modulación y dos bandas de octavas.
La relación entre el índice STI y el índice subjetivo se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación entre el STI y el índice subjetivo

STI	Índice subjetivo equivalente
0,0 < STI < 0,3	Malo
0,3 < STI < 0,45	Pobre
0,45 < STI < 0,6	Suficiente
0,6 < STI < 0,75	Bueno
0,75 < STI < 1,0	Excelente

2.2 Materiales

Para medir los índices referidos utilizamos el software ARTA el cual es una colección de programas para mediciones y análisis de audio en sistemas acústicos y de comunicación, como lo presentan en su página web

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

(http://www.artalabs.hr/index.htm). Este software permite obtener la medición de varias mediciones acústicas de la sala como el porcentaje de perdidas por consonante (%ALCons) y la inteligibilidad de la voz en caso de ser femenina o masculina. Los resultados que brinda el programa permiten visualizar los índices de transmisión STI ordenados en bandas de octavas y en base a la frecuencia de modulación. Para su funcionamiento le adosamos una placa de audio (marca Behringer, modelo UM2 con conexión USB y 48 kHz de resolución) y de un micrófono de medición (marca Behringer, modelo ECM8000) conectados a una notebook (marca Compaq, modelo 21-N001AR). Se utiliza una fuente de sonido ubicado a una altura de 1,70 m y el micrófono a una altura de 1 m. Ambas posiciones están relacionadas al docente que emite la voz y al estudiante que escucha la información.

La señal que se utiliza es una señal de prueba de habla (PN SPEECH) que es una señal aleatoria en bandas de octavas desde 125 Hz a 8 kHz y modulaciones de frecuencia desde 0,63 a 12,5 Hz, que se toma como banda de modulación de la voz. En forma accesoria se mide el STI con una aplicación de un Ipad denominado iSTI que se utiliza para medir in situ en ambientes escolares.

2.3 Aulas estudiadas

El ambiente es excitado con la señal propuesta a través del sistema de audio con las ubicaciones de las alturas referidas y a distancias apropiadas. Las mediciones se realizan en 9 puntos en el caso del Laboratorio 2 (cuyas dimensiones son de 6 m de ancho, 10 m de largo y techo con altura variable) y en 4 puntos en el caso del aula de consultas de dimensiones mucho menores (3,0 m de ancho, 4,6 m de largo y 2,5 de altura). Ambas aulas se eligen por sus características constructivas disimiles ya que en el caso del Laboratorio 2 se esperan condiciones acústicas mas desfavorables.

El Laboratorio 2 es un aula reciclada a partir de un galpón, por lo que los techos son altos y van desde los 4 m a los 5 m. Las paredes son de ladrillo y revocadas. Consta de mesones de madera y sillas ubicadas mirando al pizarrón. El cielorraso es de madera y tiene grandes ventanales que dan al exterior lo que permite un nivel de ruido considerable.

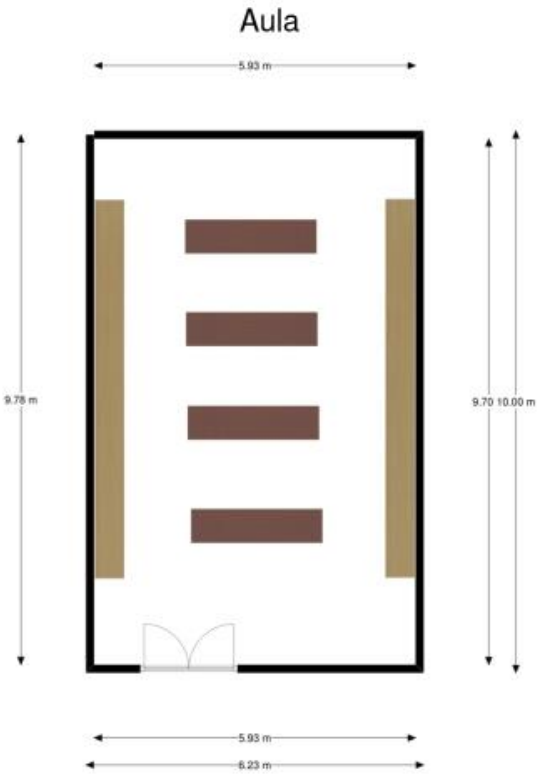


Figura 1. Mapa del Laboratorio 2



Figura 2. Vista del aula

Los puntos elegidos se ubican entre los mesones separados una distancia de 2 m de las paredes y equidistantes entre ellos.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 3. Disposición del equipo

El aula de consulta, el otro ambiente estudiado, es constructivamente mas nuevo y de medidas mas pequeñas. Sus paredes son de ladrillos revocados y el techo es de yeso. Está prácticamente desprovisto de mobiliarios con solo una mesa y sillas. Los 4 puntos de medición se eligen con el mismo criterio que en el Laboratorio 2.

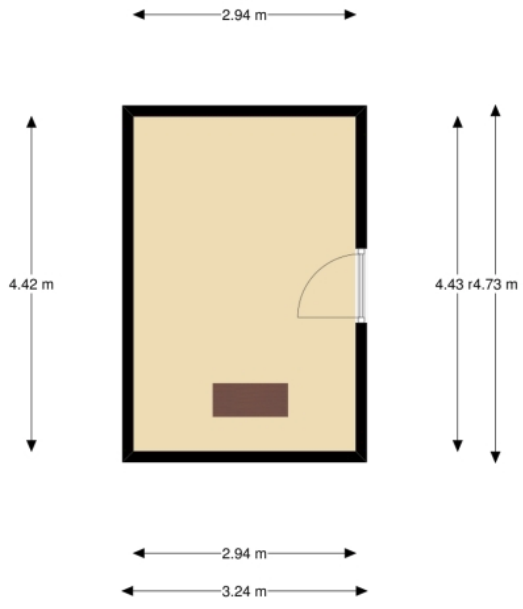


Figura 4. Mapa del Aula de Consultas



Figura 5. Vista del aula

3 RESULTADOS

3.1 Laboratorio 2

Se realizó la medición con el sistema calibrado según el manual del Software. También se contrastó con un sonómetro, a su vez calibrado. Se coloca el sonómetro a 1 m de distancia de la fuente de manera tal que marque 68 dBA tal lo aconsejado por el manual de ARTA. Para ello se ajusta la potencia del emisor hasta obtener el valor indicado.
Los valores obtenidos se muestran en las gráficas:

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

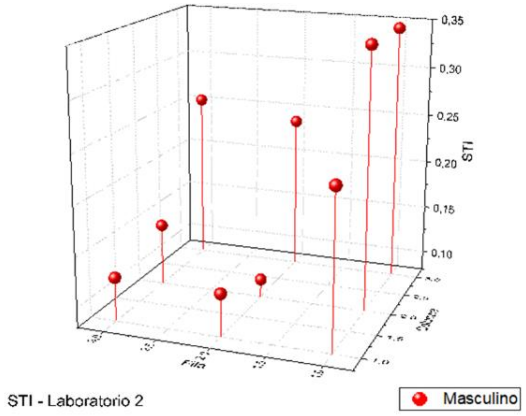


Figura 6. Valores STI para voz masculina

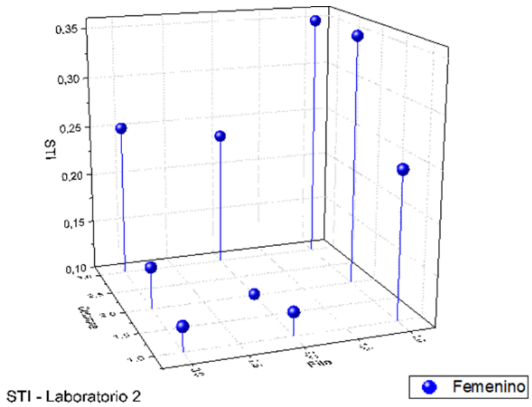


Figura 7. Valores STI para voz femenina

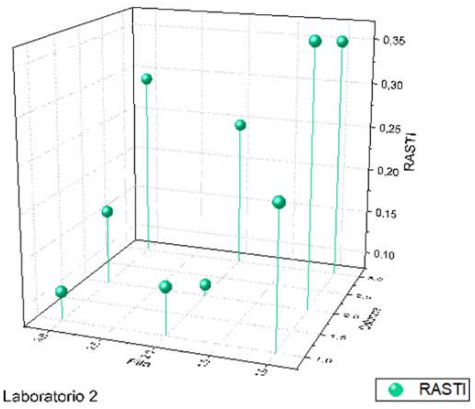


Figura 8. Valores RASTI

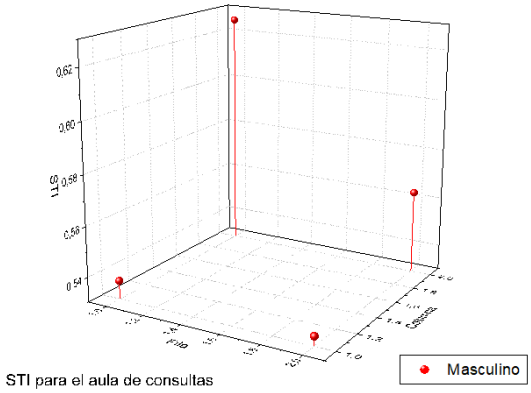


Figura 9. Valores STI para voz masculina

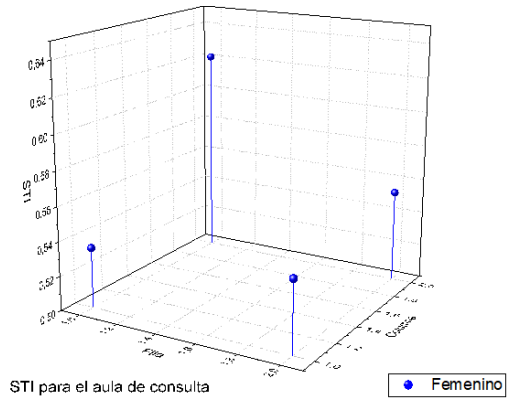


Figura 10. Valores STI para voz femenina

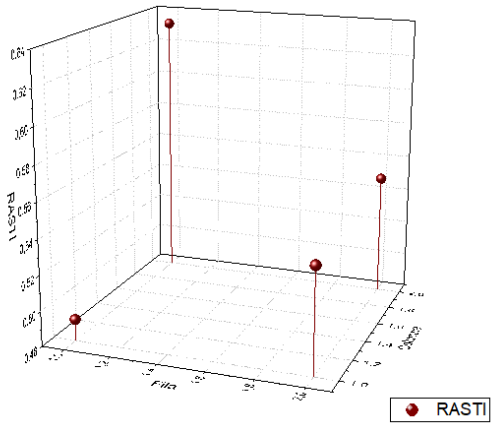


Figura 11. Valores RASTI para el aula de consulta

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Los valores obtenidos se encuentran, de acuerdo a la Tabla 1, en la zona donde la inteligibilidad acústica es pobre. Se confirma tanto en la Fig. 6 como en la Fig. 7 que muestra el STI para voz masculina y femenina como en el parámetro RASTI, en la Fig. 8.

3.2 Aula de Consultas

El aula de consultas, con una construcción relativamente nueva, se encuentra aislada de fuentes externas de ruido con lo cual este factor no debería influenciar.
Las Figuras 9, 10 y 11 muestran los valores medidos para el aula de consulta, los cuales indican que el índice de transmisión de la palabra se ubica en la categoría subjetiva de suficiente.

4 DISCUSION FINAL

Las mediciones de STI realizadas con el software ARTA se corresponden con lo esperado de las percepciones de la acústica de ambas aulas. El procesamiento hecho por el programa en cuestión se basa en las normativas IEC-60268 -16 que son las utilizadas por muchos otros programas. Sin embargo, se hace necesario realizar mediciones que comprueben la fiabilidad de todos ellos dada la complejidad del procesamiento de las mediciones con métodos. Esto es fundamental dada la importancia del conocimiento de este índice para mejorar la acústica de las aulas.

5 REFERENCIAS

Ali, S. A. A. (2013). Study effects of school noise on learning achievement and annoyance in Assiut city, Egypt. *Applied Acoustics*, *74*(4), 602–606. http://doi.org/10.1016/j.apacoust.2012.10.011

Ali, S. A. A., Garrini, D., Seguros, G. S., Seguros, G. S., Majul, M., Lic, F., … Smaldino, J. J. (2009). Effects of Classroom Acoustics on Performance and Well-Being in Elementary School Children: A Field Study. *Applied Acoustics*, *69*(1), 659–692. http://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.10.001

Hodgson, M. (2001). Empirical Prediction of Speech Levels and Reverberation in Classrooms. *Building Acoustics*, *8*(1), 1–14. http://doi.org/10.1260/1351010011501696

Houtgast, T., Steeneken, H. J. M., & Plomp, R. (1980). Predicting Speech Intelligibility in Rooms from the Modulation Transfer Function. I. General Room Acoustics. *Acta Acustica United with Acustica*, *46*(1), 60–72. Retrieved from http://www.ingentaconnect.com/contentone/dav/aaua/1980/00000046/00000001/art00010?crawler=true

Knecht, H. A., Nelson, P. B., Whitelaw, G. M., & Feth, L. L. (2002). Background Noise Levels and Reverberation Times in Unoccupied ClassroomsPredictions and Measurements. *American Journal of Audiology*, *11*(2), 65–71. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1044/1059-0889(2002/009)

Steeneken, H. J. M., & Houtgast, T. (1980). A physical method for measuring speech-transmission quality. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *67*(1), 318–326. http://doi.org/10.1121/1.384464

Yang, W., & Bradley, J. S. (2009). Effects of room acoustics on the intelligibility of speech in classrooms for young children. *The Journal of the Acoustical Society of America*, *125*(2), 922. http://doi.org/10.1121/1.3058900

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Aplicación de UV-C y envasado con atmósfera modificada pasiva pueden prologar la conservación de rúcula (*Eruca sativa*) cortada IV gama

Gutiérrez, Diego R.[1,2]; Lemos Laura[1,2]y Rodríguez, Silvia del C.[1,2]

Grupo Conservación de Alimentos Vegetales-CIBAAL-CONICET-UNSE. RN 9 Km 1125. El Zanjón. (CP 4206) - Santiago del Estero. Argentina.
ICyTA. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Santiago del Estero-Argentina.
E mail: diegorgutierrez@hotmail.com

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto combinado de radiación UV-C y envasado con atmósfera modificada pasiva (AMP) sobre el desarrollo microbiano y parámetros de calidad de las hojas de rúcula cortada IV gama durante 12 días a 5 ºC. Muestras no irradiadas envasadas en AMP fueron usadas como control. Al evaluar los atributos sensoriales, se observó que los tratamientos con 7.5 y 15 kJ/m^2 permitieron mantener la vida útil hasta 12 días, mientras que el tratamiento de 30 kJ/m^2 sólo hasta 8 días. Los tratamientos combinados no afectaron los compuestos fenólicos ni la capacidad antioxidante de la rúcula cortada durante el almacenamiento. La aplicación de 15 kJ UV-C/m^2 combinado con AMP retrasó la degradación de clorofila, retardando así el amarillamiento. Los tratamientos con UV-C fueron efectivos en frenar el desarrollo de la microflora natural y mantuvieron la calidad microbiológica por al menos 8 días. Por lo tanto, la aplicación de dosis de 7,5 y 15 kJ UV-C/m^2 podría ser una alternativa como agente sanitizante para implementarlo en el proceso de elaboración de rúcula cortada IV gama, conservando la calidad global poscosecha.

ABSTRACT: Application of UV-C and passive modified atmosphere packaging can prolong the conservation of cut rocket (Eruca sativa) IV gamma.
The objective of this work was to evaluate the combined effect of UV-C radiation and passive modified atmosphere packaging (MAP) on microbial growth and quality parameters of cut rocket leaves IV gamma throughout 12 days at 5 ºC. Non-irradiated samples under passive MAP were used as controls. According to the sensory quality attributes, the treatments with 7.5 and 15 kJ/m^2 maintained a shelf life for up to 12 days, while dose of 30 kJ/m^2 maintained only 8 days. The combined treatments did not affect the phenolic compounds nor the antioxidant capacity of the cut rocket leaves during storage at 5 ºC. The application of 15 kJ UV-C/m^2 combined with MAP delayed the chlorophyll degradation, retarding yellowing. The treatments with UV-C were effective in slowing the growth of the natural microflora and maintaining the microbiological quality for at least 8 days. So the application of doses of 7.5 and 15 kJ UV-C/m^2 could be an alternative as sanitizing agent to implement it in the process of elaboration of cut rocket IV gamma, conserving the global postharvest quality.

Palabras clave: UV-C, conservación, rúcula.

Keywords: UV-C, conservation, rocket,

1 INTRODUCCION

El mercado de frutas y hortalizas mínimamente procesadas o IV gama, se ha incrementado en los últimos años debido a los cambios en los hábitos de los consumidores en relación con alimentos más saludables, que al mismo tiempo son de fácil preparación y contienen menos aditivos tales como los conservantes (Jongen, 2002; Nunes et al., 2013). La rúcula (*Eruca sativa*) es ampliamente consumida como ensalada fresca o como parte de ensaladas mixtas en los países mediterráneos y también en Argentina y generalmente se la comercializa en racimos de hojas (Ahmed et al., 2013). Como se conoce, el procesamiento de frutas y vegetales frescos cortados promueve el deterioro de estos vegetales más rápido en comparación con sus homólogos intactos (Gutiérrez et al., 2016). Además, el principal problema poscosecha de estos vegetales, es su rápida senescencia, que resulta en la pérdida del color verde como consecuencia de la degradación de la clorofila (Koukounaras et al., 2007). Por esta razón, son necesarias técnicas no térmicas para aumentar la seguridad, manteniendo altos niveles de calidad y deben ser lo suficientemente leves como para no poner en peligro los atributos de frescos del producto (Manzocco et al., 2011; Pataro et al., 2015). El envasado en atmósfera modificada (AMP) es una técnica utilizada para prolongar la vida útil de los vegetales recién cortados, utilizándose niveles de O_2 que sean lo suficientemente altos como para prevenir condiciones anaeróbicas. Además, AMP disminuye el desarrollo microbiano y reduce la contaminación cruzada, y de esta manera mejora la inocuidad de los alimentos (Gutiérrez et al., 2015). Sin embargo, este efecto puede modificarse si las características de permeabilidad de la película plástica del envase cambian, induciendo resultados no beneficiosos (Martínez-Sánchez et al., 2006). Entre las nuevas tecnologías físicas, tratamientos con bajas dosis de UV-C pueden ser efectivos debido a que retrasan la maduración, no producen contaminación y extienden la vida útil de varias frutas y hortalizas frescas (Gutiérrez et al., 2018). El efecto antimicrobiano de la luz UV-C se debe a su capacidad para dañar el ADN microbiano, provocando el entrecruzamiento entre tiamina y citosina vecinas en la misma cadena de ADN (Manzocco et al., 2011). Estudios han informado que la radiación UV-C inhibió el crecimiento microbiano, retardó el desarrollo y la senescencia de frutilla (Erkan et al., 2008), ananá (Pan y Zu 2012), broccoli (Martínez-Hernández et al., 2011), melón cortado (Manzoco et al., 2011) y rúcula (Gutiérrez et al., 2015). De esta forma, el tratamiento con UV-C para un potencial uso comercial como agente sanitizante, dependerá de su capacidad para inhibir o retardar el crecimiento microbiano, sin causar cambios indeseables de calidad en el producto final (Manzocco et al., 2011).

2 MATERIALES Y METODOS

2.1 Preparación de las muestras

Las hojas de rúcula fueron provistas por un productor local de Santiago del Estero, Argentina. Después de la cosecha, las hojas se transportaron al laboratorio donde fueron mínimamente procesadas a 16 ºC. Las hojas que presentaban defectos como daños físicos, amarillamiento o deshidratadas fueron desechadas. Posteriormente, las hojas seleccionadas fueron lavadas con agua potable durante 1 min y drenadas sobre una malla de acero inoxidable. Las hojas se cortaron en tiras de 20 mm y luego se lavaron nuevamente con agua durante 2 min a 5 ºC. El exceso de agua de las hojas cortadas se eliminó usando una centrífuga manual y posteriormente se aplicaron los siguientes tratamientos UV-C: 7,5; 15 y 30 kJ/m^2. Para ello, el producto fue distribuido en forma homogénea y en una sola capa debajo de lámparas germicidas de UV (TUV G30T8, 30 W, Philips) y fue irradiado hasta alcanzar las diferentes dosis estudiadas. Para generar la AMP se envasaron las hojas cortadas (60 g) en bolsas selladas de polipropileno (PP) de 35 μm de espesor. Como control, se almacenaron muestras sin tratar y envasadas con el mismo film. Todas las bandejas se conservaron por 12 días a 5 ºC. Se prepararon al menos tres bandejas por tratamiento y tiempo de muestreo y los diferentes parámetros analizados se realizaron en los días 1, 4, 8 y 12 de almacenamiento.

2.2 Análisis Sensorial

Se realizó un análisis descriptivo cuantitativo, con panel entrenado de 12 jueces, evaluándose las muestras mediante el empleo de una escala estructurada de 9 puntos. Se evaluaron los siguientes descriptores: apariencia, podredumbres por enfermedades fisiológicas y/o por desarrollo microbiano (decay), color, intensidad de olor

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

característico o propio y desarrollo de olores no característicos (off oddors). La apariencia general y desarrollo de podredumbres se evaluó de 9 (excelente) a 1 (muy malo), estableciéndose como límite de aceptabilidad para su comercialización el valor de 5 (bueno). Para los descriptores color y olor se usaron escalas de 1 a 5, correspondiendo para el primero, 5 (verde) a 1 (amarillo), mientras que para el segundo, 5 (fresco o propio característico) a 1 (olores extraños intensos), siendo el límite establecido para la comercialización el valor de 3. Este criterio de considerar el fin de la vida útil cuando alguno de los atributos presentó un puntaje por debajo del 50% de la escala ha sido utilizado por varios autores (Rodriguez y Questa, 2013).

2.3 Medición de color

Se usó un colorímetro (Minolta CR-300, Japón) para medir la variación de color de las muestras de rúcula en diferentes momentos de almacenamiento. El colorímetro fue calibrado con los estándares de color del sistema CIE LAB. El color fue determinado midiendo los parámetros L* (luminosidad), a* (color rojo a verde) y b* (color amarillo a azul). El Hue se calculó como $\tan^{-1}$ (b/a), cuando a > 0 y b > 0, o como $\tan^{-1}$ (b/a) + 360, cuando a < 0 y b > 0. Asimismo, se calculó el grado de saturación del color o Croma a partir de los valores de los parámetros a* y b* de acuerdo a la siguiente expresión: Croma = $(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$.

2.4 Preparación de los extractos para fenoles totales y actividad antioxidante

La extracción de los fenoles se realizó de acuerdo al procedimiento descripto por Gutiérrez et al. (2015). Se tomaron 4 g de muestra congelada (-80 ºC) y se homogenizó con 20 mL de metanol. Posteriormente el extracto fue trasvasado a frascos color caramelo y se refrigeraron a 5 °C durante 24 hs. Transcurrido este tiempo, se centrifugaron las muestras durante 30 min a 12.000 rpm y se tomó el sobrenadante para realizar las determinaciones de fenoles totales y actividad antioxidante.

2.5 Fenoles Totales

Se determinaron de acuerdo a la metodología de Folin-Ciocalteu (Singleton et al., 1999). Se tomaron 500 µl de extracto al que se le añadió 8 ml de agua destilada y 0,5 ml del reactivo de Follin–Ciocalteu, se agitó y se dejó reaccionar en la oscuridad durante 3 minutos. Luego se añadió 1 ml de solución 0,5% Na_2CO_3 y se deja reaccionar durante 10 min en oscuridad, transcurrido este tiempo, se procedió a medir la absorbancia en un espectrofotómetro UV-Visible (JASCO V-630) a 725 nm. La curva de calibración se realizó empleando ácido clorogénico como patrón. Los resultados se expresaron como mg equivalente de ácido clorogénico (EAC)/g de peso fresco (p.f.).

2.6 Capacidad antioxidante

La capacidad antioxidante total se determinó basado en la evaluación de la capacidad de captación de radicales libres de acuerdo a la metodología de Brand-Williams et al. (1995). Se trabajó con 150 µl del extracto metanólico y se adiciona 2.850 µl de 2,2-difenil-1-picrylhydrazil radical (DPPH) de absorbancia ~1,1; la reacción se protegió de la luz durante 3,5 h, ya que se comprobó que durante este tiempo las mediciones de absorbancia no presentan variación. La absorbancia se midió a una longitud de onda de 515 nm. La curva de calibración se realizó empleando Trolox como patrón y los resultados se expresaron como mg de Trolox equivalente (TE)/g p.f.

2.7 Concentración de clorofila y carotenoides

Para la determinación de clorofila se trituró 0,4 g de muestra congelada con 15 mL de acetona: agua (80:20, v/v), y se centrifugó a 12.000 rpm durante 15 min. El sobrenadante se utilizó para determinar la concentración total de clorofila, la clorofila a y b, y los carotenoides totales según Lichtenthaler (1987). La absorbancia (A) a 663.2, 646.8 y 470 nm se midió utilizando un espectrofotómetro UV-Visible (JASCO V-630). Las ecuaciones desarrolladas por Lichtenthaler (1987) se utilizaron para determinar los niveles individuales de clorofila a ($Ca = 12.25\ A_{663.2} - 2.79\ A_{646.8}$), clorofila b ($Cb = 521.5\ A_{646.8} - 5.1\ A_{663.2}$), donde la clorofila total fue calculada como (Ca + Cb) y carotenoides totales [$C_{x+c} = (1000\ A_{470} - 1.82\ Ca - 85.02\ Cb)/198$]. El contenido de clorofila y carotenoides se expresaron como mg/100 g p.f.

2.8 Análisis microbiológicos

Para determinar cada grupo microbiano (mesófilos, psicrotróficos y enterobacterias, hongos y levaduras), se colocaron 10 g de muestra en una bolsa estéril, y se adicionó 90 ml de agua peptona tamponada estéril y se homogenizó en equipo Stomacher por 5 min. Luego se diluyó 1 ml

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

de esta disolución en 9 ml de agua estéril y así sucesivamente, según las diluciones que fueran necesarias. Para determinar el recuento de mesófilos aeróbicos, se diseminaron 100 µl de la muestra diluida en agar de conteo en placa (APC) y se incubaron a 37 ºC durante 2 días, y a 5 ºC durante 7 días para conteos psicrófilos aeróbicos. Para el recuento de enterobacterias, se diseminaron 100 µl de la muestra diluida sobre eosina de agar azul de metileno (EMB) y se incubaron a 37 ºC durante 2 días; y para determinar el recuento de hongos y levaduras, se diseminaron 100 µl de la muestra diluida sobre dextrosa de patata (PD) y se incubaron a 27 ºC durante 7 días. Los recuentos microbiológicos se expresaron como el logaritmo de unidades formadoras de colonias por gramo de tejido fresco (log UFC/g).

2.9 Análisis estadístico de los datos

Los ensayos de conservación fueron realizadas por lo menos tres veces, según un diseño factorial, siendo los factores los tratamientos aplicados y tiempo de almacenamiento. Los resultados fueron analizados por medio de un Análisis de Varianza (ANOVA), y las medias se compararon por la prueba de diferencias mínima significativa (DMS) a un nivel de significancia de 0,05. El programa estadístico utilizado para realizar el análisis estadístico fue el Infostat Versión 2011 (Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

3 RESULTADOS Y DISCUSION

Cabe destacar que si bien en este trabajo no se presentan los resultados de la evolución de la atmósfera interna de los envases con las muestras de la rúcula cortada, si se midió la concentración de oxígeno y dióxido de carbono a lo largo del almacenamiento refrigerado. Así, se registró que en el equilibrio (a los tres días de almacenamiento) se alcanzó aproximadamente un 3 % de CO_2 y 16 % de O_2.

3.1 Análisis sensorial

Todas las muestras presentaron una disminución paulatina de los parámetros apariencia general y color a lo largo del almacenamiento a 5 ºC, presentando valores superiores al establecido como límite para su comercialización, incluso a los 12 días del ensayo (Figura 1).

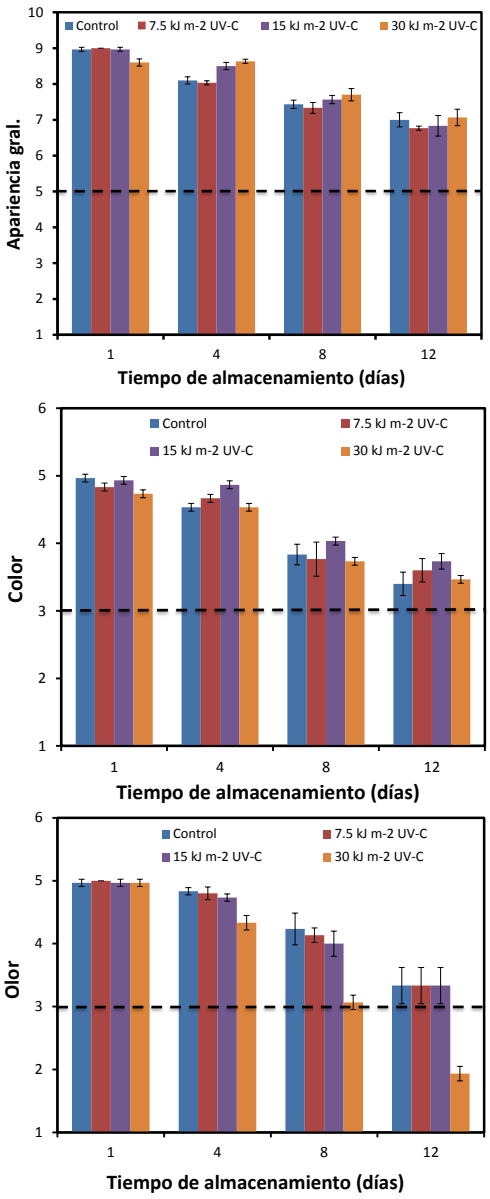


Figura 1. Cambios en apariencia gral, color y olor en hojas de rúcula cortadas no tratadas (Control) y tratadas con diferentes dosis de UV-C y almacenadas bajo AMP a 5 °C durante 12 días.

No se observaron diferencias significativas en los puntajes de estos descriptores durante la conservación a 5 °C de las muestras tratadas y el control. El descriptor olor fue el parámetro sensorial que limitó la vida útil del producto tratado con 30 kJ/m^2, debido a que a los 8 días se registró la aparición de olores no característicos. El

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

control y el resto de las muestras tratadas no presentaron diferencias significativas entre ellos y hasta los 12 días los puntajes de este parámetro estuvieron por encima del límite establecido como aceptable para la comercialización. Esta disminución de la vida útil podría deberse a que las altas dosis de UV-C pueden provocar daños celulares lo que podría ayudar al crecimiento microbiano induciendo el ablandamiento (Martínez-Hernández et al., 2011).
Estos resultados de UV-C coincide con los reportados por Artés-Hernández et al. (2010), quienes establecieron una vida útil máxima de 11 días a 5 °C en sandía cortada tratada con dosis bajas de UV-C de 1,6 y 2,8 kJ/m^2, mientras que las tratadas con dosis más altas de UV-C de 4,8 y 7,2 kJ/m^2, se consideraron aceptables para el consumo en fresco sólo hasta 8 días a 5 °C.

3.2 Color

La Tabla 1 muestra los parámetros de color para las hojas de rúcula cortadas tratadas con UV-C y MAP durante el almacenamiento refrigerado. Se puede observar que el valor de luminosidad (L*) inicial fue entre 66,7 y 68,2, preservando estos valores iniciales para todos los tratamientos hasta el final del almacenamiento. La saturación del color superficial (Chroma) de la rúcula cortada no cambió significativamente durante el almacenamiento a 5 °C, así como el ángulo Hue. No se observaron diferencias significativas en los valores de L *, Chroma y Hue entre los tratamientos durante el almacenamiento refrigerado, lo que indicó que la radiación UV-C no tuvo ningún efecto negativo sobre los cambios de color de las hojas de rúcula. Resultados similares fueron reportados por Tomás-Callejas et al. (2012), quienes informaron una tendencia general del mantenimiento de L*, Chroma y Hue, en hojas baby Tatsoi tratadas con 4,54 kJ/m^2 UV-C durante 11 días a 5 °C. En otro estudio, Fonseca y Rushing (2006), encontraron ligeros cambios de color en la sandía recién cortada tratada con 1.4-13.7 kJ UV-C/m^2 después de 5 días a 3 °C.

Tabla 1. Cambios en los parámetros de color L*, Chroma y Hue para hojas de rúcula cortadas no tratadas (Control) y tratadas con distintas dosis de UV-C y almacenadas bajo AMP a 5 °C durante 12 días.

Tiempo de almacenamiento a 5 °C	Tratamientos			
	Control	7.5 kJ /m^2 UV-C	15kJ /m^2 UV-C	30 kJ /m^2 UV-C
L*				
Dia 1	68.2 $_1^A$	66.9 $_1^B$	67.3 $_1^B$	66.7 $_1^A$
Dia 4	67.6 $_1^A$	66.9 $_1^B$	67.2 $_1^B$	67.8 $_1^A$
Dia 8	68.8 $_1^A$	68.3 $_1^{AB}$	69.2 $_1^A$	68.9 $_1^A$
Dia 12	70.0 $_1^A$	70.1 $_1^A$	69.3 $_1^A$	69.1 $_1^A$
Chroma				
Dia 1	23.5 $_1^A$	22.3 $_1^{AB}$	22.9 $_1^A$	22.0 $_1^A$
Dia 4	22.5 $_1^A$	20.7 $_1^B$	21.4 $_1^A$	20.8 $_1^A$
Dia 8	21.5 $_1^A$	21.3 $_1^B$	22.6 $_1^A$	21.8 $_1^A$
Dia 12	22.7 $_1^A$	23.2 $_1^A$	23.0 $_1^A$	21.9 $_1^A$
Hue				
Dia 1	152.5 $_1^A$	157.3 $_1^A$	154.7 $_1^A$	156.6 $_1^A$
Dia 4	154.2 $_1^A$	159.1 $_1^A$	157.5 $_1^A$	155.9 $_1^A$
Dia 8	157.7 $_1^A$	159.1 $_1^A$	154.7 $_1^A$	156.8 $_1^A$
Dia 12	156.5 $_1^A$	155.1 $_1^A$	156.7 $_1^A$	154.5 $_1^A$

Diferente letra dentro de cada columna denota una diferencia significativa ($p<0,05$). Diferentes números dentro de cada fila denota una diferencia significativa ($p<0,05$).

3.3 Contenido de fenoles totales

Los compuestos fenólicos son metabolitos secundarios importantes con actividades antioxidantes y que son importantes en la nutrición humana (Park y Kim, 2015). Inicialmente el contenido fenoles totales para todos los tratamientos fue similar y varió entre 2,0 y 2,2 mg EAC/g p.f. (Tabla 2). Los tratamientos con UV-C no tuvieron influencia significativa en las hojas cortadas sobre el contenido fenólico total a lo largo de la vida útil a 5 °C. Los niveles se mantuvieron estables, sin diferencias significativas entre las muestras tratadas con UV-C y las muestras control. Estos resultados coinciden con lo reportado por Tomás-Callejas et al. (2011), quienes informaron que el contenido fenólico se mantuvo a lo largo de la vida útil después del procesamiento mínimo en hojas baby mizuna cortadas, un cultivar diferente de Brassica rapa. Sin embargo, Erkan et al. (2008) reportaron un incremento del contenido fenólico en frutillas tratadas con 0,43-4,3 kJ UV-C/m^2.

Tabla 2. Cambios en el contenido de fenoles totales, capacidad antioxidante, clorofila total y carotenoides totales en las hojas de rúcula cortadas no tratadas (Control) y tratadas con distintas dosis de UV-C y almacenadas bajo AMP a 5 °C durante 12 días.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tiempo de almacenamiento a 5 °C	Tratamientos			
	Control	7.5 kJ /m^2 UV-C	15kJ /m^2 UV-C	30 kJ /m^2 UV-C
Fenoles totales (mg EAC/g p.f)				
Dia 1	2.1 $_1^A$	2.0 $_1^A$	2.1 $_1^A$	2.2 $_1^A$
Dia 4	2.1 $_1^A$	2.1 $_1^A$	2.2 $_1^A$	2.2 $_1^A$
Dia 8	2.0 $_1^A$	2.0 $_1^A$	2.2 $_1^A$	2.1 $_1^A$
Dia 12	2.1 $_1^A$	2.1 $_1^A$	2.1 $_1^A$	2.2 $_1^A$
Capacidad antioxidante (mg ET/g p.f)				
Dia 1	2.9 $_1^A$	2.8 $_1^A$	2.9 $_1^A$	2.9 $_1^A$
Dia 4	2.8 $_1^A$	2.8 $_1^A$	2.8 $_1^A$	2.8 $_1^A$
Dia 8	2.8 $_1^A$	2.7 $_1^A$	2.7 $_1^A$	2.7 $_1^A$
Dia 12	2.6 $_1^A$	2.6 $_1^A$	2.7 $_1^A$	2.7 $_1^A$
Clorofila total (mg/100 g p.f)				
Dia 1	98.4 $_1^A$	96.5 $_{1,2}^A$	90.8 $_{1,2}^A$	87.3 $_2^A$
Dia 4	88.2 $_1^B$	90.6 $_1^A$	88.4 $_1^A$	83.7 $_1^A$
Dia 8	90.9 $_1^{AB}$	89.3 $_1^A$	88.5 $_1^A$	84.3 $_1^{AB}$
Dia 12	71.2 $_2^C$	76.8 $_{1,2}^B$	80.6 $_1^B$	73.9 $_{1,2}^B$
Carotenoides totales (mg/100 g p.f)				
Dia 1	24.4 $_1^A$	24.1 $_1^A$	21.9 $_{1,2}^A$	21.1 $_2^A$
Dia 4	19.2 $_1^{BC}$	20.6 $_1^A$	21.5 $_1^A$	20.4 $_1^A$
Dia 8	21.0 $_1^{AB}$	20.9 $_1^A$	20.7 $_1^A$	19.8 $_1^A$
Dia 12	15.9 $_1^C$	16.4 $_1^B$	16.0 $_1^B$	14.3 $_1^B$

Diferente letra dentro de cada columna denota una diferencia significativa ($p<0,05$). Diferentes números dentro de cada fila denota una diferencia significativa ($p<0,05$).

3.4 Capacidad antioxidante

Como se observó en la evolución del contenido de fenoles totales, la capacidad antioxidante total se mantuvo estable durante el almacenamiento y no fue significativamente afectada por los tratamientos con UV-C (Tabla 2). Esta correlación positiva entre el contenido de fenoles y la capacidad antioxidante ha sido reportada antes en otros productos tal como brócoli (Martínez-Hernández et al., 2011). Resultados similares fueron descritos por López-Rubira et al. (2005) quienes informaron que en los arilos de granada no hubo diferencias significativas en la actividad antioxidante entre el control y los arilos tratados con UV-C después de 13 días de almacenamiento en AMP a 5 ºC.

3.5 Contenido de clorofila y carotenoides

En las muestras control, la cantidad inicial de clorofila total fue de 98,4 mg/100g p.f. (Tabla 2). Inmediatamente después de la radiación, la luz UV-C redujo el contenido inicial de clorofila total, con disminuciones del 12% para la dosis UV-C más alta de 30 kJ/m^2, mientras que las dosis de 7,5 y 15 kJ/m^2 retuvieron niveles similares al control. Todas las muestras presentaron una disminución del contenido inicial de este parámetro a lo largo de la conservación a 5 °C. Sin embargo, al final del almacenamiento sólo las muestras tratadas con 15 kJ/m^2 UV-C presentaron menores reducciones de clorofila en comparación con el control ($p<0,05$), manteniendo un mayor contenido de clorofila total. Estos resultados coinciden con lo informado por Tomás-Callejas et al. (2012), quienes encontraron una menor degradación de clorofila en hojas baby Tatsoi tratadas con 4,54 kJ/m^2 UV-C a través de la vida útil a 5 °C. Con respecto al contenido de carotenoides, inicialmente se observó una disminución de alrededor del 14% en el tratamiento con la dosis de 30 kJ UV-C/m^2, mientras que las dosis de 7,5 y 15 kJ/m^2 presentaron valores similares respecto al control (24,4 mg/100g p.f). Durante el almacenamiento se observó una disminución significativa ($p<0,05$) para todos los tratamientos. Sin embargo, al cabo de los 12 días, no se observaron diferencias significativas entre las muestras tratadas con UV-C y el control (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con Martínez-Hernández et al. (2011), quienes informaron una reducción del contenido total de carotenoides en brócoli del 6 al 20% con respecto al control después de la irradiación con dosis de 1.5, 4.5, 9.0 y 15.0 kJ UV-C/m^2.

3.6 Análisis microbiológicos

Inmediatamente después del tratamiento combinado, se redujeron los recuentos microbianos iniciales. Los recuentos de mesófilos, psicrófilos, enterobacterias y hongos y levaduras en muestras tratadas con UV-C con dosis de 7,5; 15 y 30 kJ/m^2 fueron significativamente más bajos que el control (Tabla 3). Además, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados. Como se esperaba, durante el almacenamiento las poblaciones microbianas aumentaron para todos los tratamientos. El efecto antimicrobiano de los tratamientos se observó hasta los días 8 a 5 ºC. Sin embargo, al final del almacenamiento, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos combinados en comparación con el control. La legislación española estableció 7 log UFC/g como límite máximo para el recuento total viable. Estos datos indica que la vida útil de las muestras tratadas con

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

7,5; 15 y 30 kJ/m^2 de UV-C sería superior a 8 días, mientras que la vida útil del control (determinada por conteo de psicrófilos) fue de aproximadamente 4 días. Martínez-Hernández et al. (2011) también informaron que después del tratamiento con UV-C, se redujeron los recuentos microbianos iniciales de brócoli y este efecto fue más notable para los recuentos de mesófilos y hongos y levaduras.

Tabla 3. Cambios en mesofílos, psicófilos, enterobacterias y hongos levadura (log UFC/g) en hojas de rúcula cortadas no tratadas (Control) y tratadas con distintas dosis de UV-C y almacenadas bajo AMP a 5 °C durante 12 días.

Tiempo de almacenamiento a 5 °C	Tratamientos			
	Control	7.5 kJ /m^2 UV-C	15kJ /m^2 UV-C	30 kJ /m^2 UV-C
Mesófilos totales (log UFC/g)				
Dia 1	5.34_1^D	4.56_2^D	4.48_2^D	4.61_2^D
Dia 4	5.71_1^B	4.78_2^C	4.72_2^C	4.81_2^C
Dia 8	6.14_1^A	5.39_2^B	5.45_2^B	5.41_2^B
Dia 12	6.57_1^A	6.24_{12}^A	6.32_2^A	6.21_2^A
Psicrófilos totales (log UFC/g)				
Dia 1	6.04_1^D	4.79_2^D	4.71_2^D	4.64_2^D
Dia 4	6.72_1^C	5.81_2^C	5.73_2^C	5.69_2^C
Dia 8	7.46_1^B	6.74_2^B	6.81_2^B	6.78_2^B
Dia 12	8.11_1^A	8.14_1^A	8.06_1^A	8.18_1^A
Enterobacterias (log UFC/g)				
Dia 1	4.76_1^D	4.03_2^D	3.96_2^D	4.05_2^D
Dia 4	5.23_1^C	4.47_2^C	4.39_2^C	4.45_2^C
Dia 8	5.54_1^B	4.91_2^B	4.86_2^B	4.92_2^B
Dia 12	5.73_1^A	5.62_1^A	5.58_1^A	5.59_1^A
Mohos y levaduras (log UFC/g)				
Dia 1	4.12_1^D	3.54_2^D	3.43_2^D	3.46_2^D
Dia 4	4.86_1^C	4.06_2^C	3.94_2^C	4.02_2^C
Dia 8	5.31_1^B	4.79_2^B	4.72_2^B	4.78_2^B
Dia 12	5.51_1^A	5.36_1^A	5.38_1^A	5.41_1^A

Diferente letra dentro de cada columna denota una diferencia significativa ($p<0,05$). Diferentes números dentro de cada fila denota una diferencia significativa ($p<0,05$).

4 CONCLUSIONES

Basados en estos resultados se podría concluir que la aplicación de la radiación UV-C combinada con el envasado de atmósfera modificada (AMP) lograda con un film de permeabilidad media, podría ser una potencial tecnología para la descontaminación y conservación de las hojas cortadas de rúcula. Todos los tratamientos de combinación retardaron el desarrollo microbiano hasta los días 8 a 5 ºC, en comparación con el control. Los atributos sensoriales se conservaron hasta 12 días sólo para los combinados de 7,5 y 15 kJ/m^2 UV-C. El contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante no se vieron afectados por los tratamientos combinados y se mantuvieron durante el período de almacenamiento. Además, la aplicación combinada de UV-C con AMP retardó la degradación del contenido total de clorofila a lo largo de la vida útil.

5 REFERENCIAS

Ahmed, F., Al-Salman, F., Almusallam, A.S, Effect of blanching on thermal color degradation kinetics and rheological behavior of rocket (Eruca sativa) puree. J Food Engineering. 119: 660–667, 2013.

Artés-Hernández F., Robles P.A., Gómez P.A., Tomás-Callejas A., Artés F, Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. Postharvest Biol. Technol. 55: 114–120, 2010.

Brand Williams W., Cuvelier M.E. and Berset C, Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. LWT-Food sci Technol. 2825-30, 1995.

Erkan M., Wang S.Y. and Wang C.Y, Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. *Postharvest Biol. Technol*. 48: 163–171, 2008.

Fonseca, J.M. and Rushing, J.W. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biol. Technol.* 40, 256–261, 2006.

Gutiérrez D.R., Char C., Escalona V.H., Chaves A.R. and Rodríguez S.D.C, Application of UV-C radiation in the conservation of minimally processed rocket (Eruca sativa Mill.). *J Food Proc Preservat.* 39: 3117-3127, 2015.

Gutiérrez, D.R., Chaves, A.R., Rodriguez, S.D.C., Use of UV-C and gaseous ozone as sanitizing agents for keeping the quality of fresh-cut rocket (Eruca sativa Mill.). *J. Food Process. Preserv.* 00, 1–13, 2016.

Gutiérrez, D. R., Chaves, A. R., and Rodríguez, S. D. C. UV-C and ozone treatment influences on the antioxidant capacity and

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

antioxidant system of minimally processed rocket (Eruca sativa Mill.). *Postharvest Biol. Technol.* 40, 138, 107-113, 2018.

Jongen, W, Introduction. En: Fruit and vegetable processing. Ed.: Jongen, W. Edit.: Woodhead Publishing Limited, CRC Press LLC. Cambridge, UK, Boca Raton, 2002.

Koukounaras, A., Siomos, A.S., Sfakiotakis, E., Impact of heat treatment on ethylene production and yellowing of modified atmosphere packaged rocket leaves. *Postharvest Biol. Technol.* 54, 172–176, 2009.

Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods Enzymology.* 148: 350-382, 1987.

López-Rubira V., Conesa A., Allende A., Artés F. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV–C. *Postharvest Biol. Technol.* 37174–185, 2005.

Manzocco L, Pieve SD, Maifreni M. . Impact of UV-C light on safety and quality of fresh-cut melon. *Innov Food Sci Emerg Technol* 12: 13-17, 2011

Martínez-Hernández G.B., Gómez P.A., Pradas I., Artés F., Artés-Hernández F. Moderate UV-C pretreatment as a quality enhancement tool in fresh-cut Bimi® broccoli. *Postharvest Biol. Technol.* 62: 327-337, 2011.

Martínez-Sánchez, A., Marín, A., Llorach, R., Ferreres, F., Gil, M.I. Controlled atmosphere preserves quality and phytonutrients in wild rocket (Diplotaxis tenuifolia). *Postharvest Biol. Technol.* 40, 26-33, 2006.

Nunes, T.P., Martins, C.G., Faria, A.F., Bíscola, V., de Oliveira Souza, K.L., Mercadante, A.Z., Landgraf, M., Changes in total ascorbic acid and carotenoids in minimally processed irradiated Arugula (Eruca sativa Mill) stored under refrigeration. *Radiat. Phys. Chem.* 90, 125–130, 2013.

Pan, Y.G., y Zu, H, Effect of UV-C radiation on the quality of fresh-cut pineapples. *Procedia Engineering*, 37: 113-119, 2012

Park, M. H. and Kim, J. G, Low-dose UV-C irradiation reduces the microbial population and preserves antioxidant levels in peeled garlic (Allium sativum L.) during storage. *Postharvest Biol. Technol.* 100, 109–112, 2015.

Pataro G., Sinik M., Capitoli M. M., Donsì G. and Ferrari G., The influence of post-harvest UV-C and pulsed light treatments on quality and antioxidant properties of tomato fruits during storage. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 30, 103-111, 2015.

Rodríguez, S. del C. y Questa, A. G. Alternativas de procesamiento mínimo para vegetales producidos en la provincia de Santiago del Estero. En el libro: *Hacia la construcción del desarrollo agropecuario y agroindustrial.* Desde la FAyA al NOA. Editores: Albanesi, Paz, Sobrero, Helman y Rodriguez, 2013.

Singleton V.L., Orthofer R., Lamuela-Raventós R.M., Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin–Ciocalteau reagent. *Methods in enzymology*, 299:152–153, 1999.

Tomás-Callejas A., Martínez-Hernández G.B., Artés F., Artés-Hernández F. Neutral and acidic electrolyzed water as emergent sanitizers for fresh-cut mizuna baby leaves. *Postharvest Biol. Technol.* 55: 114–120, 2011.

Tomás-Callejas A., Otón M., Francisco Artés F., Artés-Hernández F. Combined effect of UV-C pretreatment and high oxygen packaging for keeping the quality of fresh-cut Tatsoi baby leaves. *Innovative Food Sci. Emerging Technol.* 14: 115–121, 2012.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Un estudio sobre la construcción del objeto personal funciones en ingresantes a las carreras de grado

Gómez, José[1]; Cejas, Claudia[2] y Ger, Carolina[2]

(1)Departamento Físico- Matemático. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. UNSE.
joseismaelgomez@unse.edu.ar
(2)Departamento de Ciencias Básicas. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE.
claudiacejas@hotmail.com, carolinager@hotmail.com

RESUMEN. Teniendo en cuenta las prácticas de enseñanza con estudiantes de la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica, ingresantes a las carreras de grado de la Facultad de Ciencias Forestales (UNSE), se puede observar la brecha que existe entre el significado del objeto matemático "funciones" que es enseñado por el docente y el nuevo significado del objeto personal construido por el alumno. El propósito del siguiente trabajo es acercarse a dicho objeto para analizarlo, entenderlo y establecer así algunas de las razones que intervienen en su construcción. Entendiendo que el objeto personal es un emergente del sistema de prácticas personales significativas asociadas a un campo de problemas y que es progresivo a lo largo de la historia del sujeto como consecuencia de la experiencia y el aprendizaje, es que se tomarán las producciones elaboradas desde la asignatura para ser analizadas.

SUMMARY. Considering the teaching practices used with freshmen in the Algebra and Analytical Geometry subject of the degree programs at the Faculty of Forest Sciences (UNSE), the gap existing between the meaning given to the mathematic object "functions" as taught by the teacher and the new one constructed by the student can be observed. The objective of this work is to get a closer view of the object to analyze and understand it and thus establish some of the reasons intervening in its construction. By understanding that this personal object is an emergent from the system of significative personal practices associated to a field of problems and that it progresses throughout the subject's history because of their experience and learning process, it is that the productions elaborated from the cathedra will be analyzed.

Palabras clave: objeto personal, sistema de prácticas, funciones.

Keywords: personal object, practices system, functions.

1 INTRODUCCION

Según Godino (2003), los objetos matemáticos son fruto de la construcción humana, cambian a lo largo del tiempo y pueden ser dotados de significados diversos por personas e instituciones diferentes. Para analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje y utilizar un mismo lenguaje en el análisis de las posibles dificultades de los alumnos, contemplaremos la idea de objeto matemático y su significado desde una doble faceta institucional y personal.

La idea de objeto matemático, como emergente de un sistema de prácticas, parte del trabajo de Chevallard (1991), quien llamó praxema a los "objetos materiales ligados a las prácticas" y usó esta noción para definir el objeto como un "emergente de un sistema de praxemas". Por otro lado, la noción de práctica (Godino y Batanero, 1994), es aquí entendida como toda actuación o manifestación (lingüística o no) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución, validar la solución y generalizarla a otros contextos y problemas" (p. 334). Esta noción permite tener en cuenta el principio Piagetiano de la construcción del conocimiento a través de la acción.

Se entiende por objeto personal, algo de lo que se tiene conciencia subjetiva. El hecho de que los individuos pueden hablar sobre sus objetos personales (realizar prácticas discursivas sobre los mismos), conduce a una vía de investigación en Didáctica de las Matemáticas de gran relevancia. Por otra parte, un objeto personal implica la generación, por medio de la intersubjetividad que facilita la clase de Matemáticas, de una regla de comportamiento en el sujeto. Es esta última dimensión, que se conoce con la denominación de máxima pragmática, la que se toma en consideración en Godino y Batanero (1994) para definir el significado de un objeto personal Op como "el sistema de prácticas personales de una persona p para resolver el campo de problemas del que emerge el objeto Op en un momento dado" (p. 341). Según tal definición, el objeto personal supone haber establecido una conexión entre acciones potenciales y fines, conexión que es inteligente y, por tanto, está mediada simbólicamente.

Asimismo conviene observar que, dado que el significado de un objeto personal consiste en las prácticas que hace la persona y también en aquellas que haría o planificaría en otras situaciones en las que tuviera que resolver problemas similares, dicho objeto personal se convierte en una posibilidad permanente de planificación de prácticas. El hecho de considerar el objeto personal como un "emergente" y su significado de manera "holística" hacen que lo que realmente es relevante, es la existencia de prácticas (significativas) realizadas por el sujeto en las que interviene alguna representación del objeto. Es decir, unas entidades mentales que permiten centrar el interés en las descripciones y las representaciones a medida que se construyen a lo largo de una interacción en el marco de una institución escolar. De lo dicho antes se podría pensar que la relación entre el objeto personal y la práctica en la que dicho objeto es determinante para su realización se considera una relación de causa-efecto en la que el objeto personal sería la causa eficiente (dicho en términos aristotélicos). Contrario a este punto de vista, se considera conveniente interpretar la relación entre el objeto personal y la práctica en términos de brecha. Puesto que para realizar una práctica primero hay que valorar y decidir lo que va a hacer, después se tiene que decidir qué acción es la más indicada y, por último, se ha de mantener la acción desde el inicio hasta el final.

Una característica que presentan los significados y los objetos personales es que son fenómenos individuales, pero al estar inmerso el sujeto en instituciones donde necesariamente se dan interacciones, tienen también un carácter colectivo, por tanto cualquier análisis que los abordara desde uno solo de estos aspectos resultaría reduccionista. Por este motivo en el Enfoque Ontosemiótico EOS (Godino y Batanero, 1994) se introducen las instituciones, los objetos institucionales y los significados institucionales. Para Godino y Batanero una institución está constituida por las personas involucradas en una misma clase de situaciones problemáticas. El compromiso mutuo con la misma problemática conlleva la realización de unas prácticas sociales compartidas, las cuales están, asimismo, ligadas a la institución a cuya caracterización contribuyen.

Con relación al objeto institucional interesa resaltar los siguientes aspectos: (1) Las personas distinguen entre sus objetos personales y los objetos institucionales. Cuando hablan de sus objetos personales utilizan el discurso en primera persona, mientras que cuando hablan de los objetos institucionales utilizan el discurso en tercera persona. (2) Un objeto institucional implica la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

generación de una regla de comportamiento compartida por toda la institución. En Godino y Batanero (1994) también se recurre a la máxima pragmática para definir el significado de un objeto institucional OI: "Es el sistema de prácticas institucionales asociadas al campo de problemas de las que emerge OI en un momento dado" (p. 340).

Para el EOS, la dialéctica personal-institucional se convierte en una cuestión central y el alumno pasa de ser un alumno individual a ser un alumno-en-una- institución, lo que, obliga a distinguir entre objetos personales y objetos institucionales y a problematizar estas dos clases de objetos y la relación entre ellos. Para el EOS la relación entre los significados de los objetos personales y los institucionales hay que pensarla básicamente en términos de "ajuste". Se pretende que el significado de los objetos personales se ajuste lo más posible al significado de los objetos institucionales. Esta relación de ajuste es la que subyace (y por tanto posibilita) "la evaluación de los conocimientos de los alumnos".

Para explicar la dialéctica institucional-personal, en el EOS se consideran diferentes tipos de significados institucionales y personales: (1) Significado institucional de referencia, cuando un profesor planifica un proceso de instrucción sobre un objeto matemático para un grupo de estudiantes, comienza por delimitar "lo que es dicho objeto para las instituciones matemáticas y didácticas"; acudirá, por tanto, a los textos matemáticos correspondientes, a las orientaciones curriculares, y en general a lo que "los expertos" consideran que son las prácticas operativas y discursivas inherentes al objeto, que se fija como objetivo instruccional. Asimismo, el profesor usará sus conocimientos personales previamente adquiridos. Todo ello constituye un sistema de prácticas histórico- epistemológico-didáctico que se designa como significado institucional de referencia del objeto.(2) Significado institucional pretendido, sistema de prácticas que se planifican sobre un objeto matemático para un cierto proceso instruccional.(3) Significado institucional implementado, sistema de prácticas que efectivamente tienen lugar en la clase de matemáticas, las cuales servirán de referencia inmediata para el estudio de los alumnos y las evaluaciones de los aprendizajes. (4) Significado institucional evaluado, colección de tareas o cuestiones que incluye en las pruebas de evaluación y pautas de observación de los aprendizajes.

A partir de estos elementos teóricos que serán de referencia para el estudio, análisis e interpretación de la información, se han diseñado herramientas metodológicas para la implementación del estudio de caso.

2 DESARROLLO

La metodología utilizada para esta investigación se encuentra dentro del modelo cualitativo, estudio de casos. Por otra parte, podemos considerar que se trata de una investigación a nivel descriptivo, ya que a partir de los datos obtenidos es posible acompañar un posterior análisis de la información.

Los materiales teórico-prácticos, insumo de trabajo cotidiano, fueron series didácticas y guías de trabajos prácticos elaboradas por el equipo cátedra. En estos materiales se brindan los lineamientos teóricos, con precisiones de lenguajes simbólico y gráfico, a fin de brindar una mejor orientación del trabajo. Para la recolección de la información se tuvieron en cuenta las evaluaciones realizadas periódicamente a los estudiantes.

Se presentan aquí algunas de las actividades propuestas a los estudiantes, a las cuales debían responder de manera individual.

1) Dadas las siguientes funciones reales:

$$f: R \to R \;/\; f(x) = -2x^2 + 2$$
$$g: R \to R \;/\; g(x) = 2x - 4$$

Obtenga dominio e imagen para cada función.
Analice sus propiedades.
Grafique ambas funciones en un mismo sistema de ejes coordenados.
Encuentre f(0), f(-1), f(2), g(-2), g(-1) y ubique estos puntos en la gráfica correspondiente.
Obtenga (fog)(-1) y (gof)(-1). Grafique estos puntos, compárelos y de su opinión.

A fin de realizar un análisis de las mismas, se construyeron categorías y subcategorías que permitan acercar al objeto de estudio.

La tabla 1 muestra las categorías y subcategorías consideradas para las cuales, en función de la cantidad de respuestas obtenidas, se otorgan porcentajes que dan cuenta niveles de desarrollo de cada subcategoría.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

En relación a la primera categoría de análisis, se puede observar que la mayoría de los estudiantes realiza una representación grafico-verbal adecuada, pudiendo reconocer el dominio de las funciones y siendo la imagen de una función objeto de mayor dificultad, particularmente cuando se trata de funciones cuadráticas.

En relación a la composición de funciones, se puede notar que si bien en su mayoría proceden correctamente con el algoritmo, tienen dificultad para realizarla en ambos sentidos.

En cuanto a la representación de puntos de una función, se puede notar que si bien en su mayoría pueden representar correctamente una función haciendo uso de diferentes estrategias, al presentarles situaciones en las que los puntos aparecen en otro lenguaje, tal es el caso del ítem d) en las que se pide graficar f(2), f(-2); o bien decidir por ejemplo si el par (2,6) pertenece a la gráfica, son situaciones que producen confusiones permanentes. Este aspecto pone de manifiesto que hay una disociación entre representar una función y reconocer puntos de una función.

En relación a la segunda categoría de análisis, se puede observar que se presentan mayores dificultades en el momento en la argumentación. Al solicitar a los estudiantes que analicen y justifiquen propiedades es donde se manifiestan los mayores obstáculos. Los indicadores bajan considerablemente. Se presentan aquí escasos escritos y en su mayoría con mucha informalidad.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Categorías y Subcategorías.

Categorías	Subcategorías	Porcentajes
Manejo de las formas del lenguaje	Elabora una representación gráfica–verbal adecuada de las dos funciones	52
	Elabora una representación gráfica–verbal adecuada de una sola función.	13
	Elabora una representación gráfica–verbal de las funciones en forma incorrecta	35
	Identifica simbólica y correctamente el dominio de las dos funciones	83
	Identifica simbólica y correctamente el dominio de una sola función	13
	Identifica incorrectamente el dominio de las funciones	4
	Identifica simbólica y correctamente la imagen de las dos funciones	25
	Identifica simbólica y correctamente la imagen de una sola función	38
	Identifica incorrectamente la imagen de las funciones	38
	Realiza adecuadamente la composición de funciones.	54
	Realiza la composición de funciones con errores	31
	Realiza incorrectamente el cálculo de composición de funciones	15
	Ubica adecuadamente puntos en la gráfica.	42
	Ubica algunos puntos correctamente en la gráfica	38
	Ubica incorrectamente los puntos en la gráfica	19
Reconocimiento y aplicación de propiedades y leyes de la disciplina	Identifica correctamente las propiedades de las dos funciones.	45
	Identifica correctamente las propiedades de una sola función.	30
	Identifica incorrectamente las propiedades de una función	25
	Justifica correctamente las propiedades de las dos funciones	33
	Justifica correctamente las propiedades de una sola función	0
	Justifica incorrectamente las propiedades de las funciones	67

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

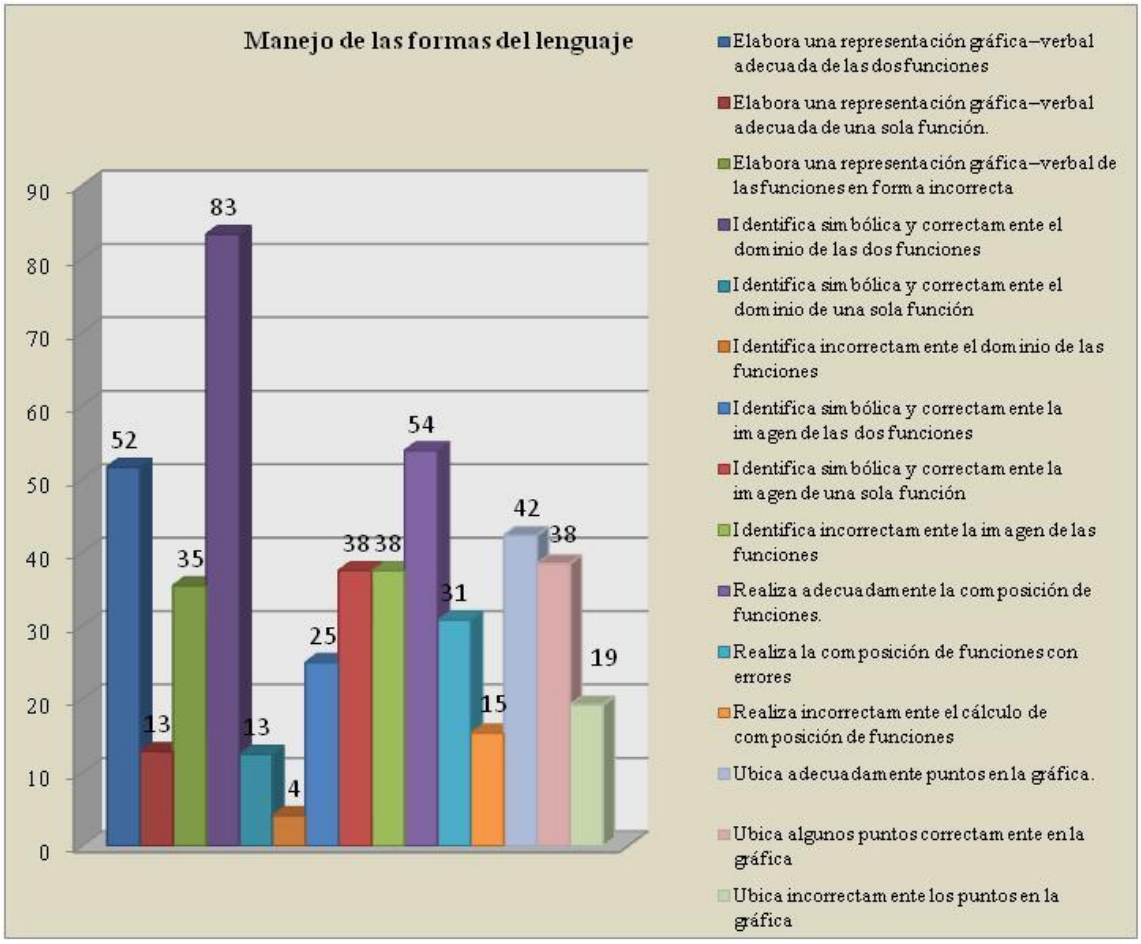


Figura 2. Manejo de las Formas del Lenguaje.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

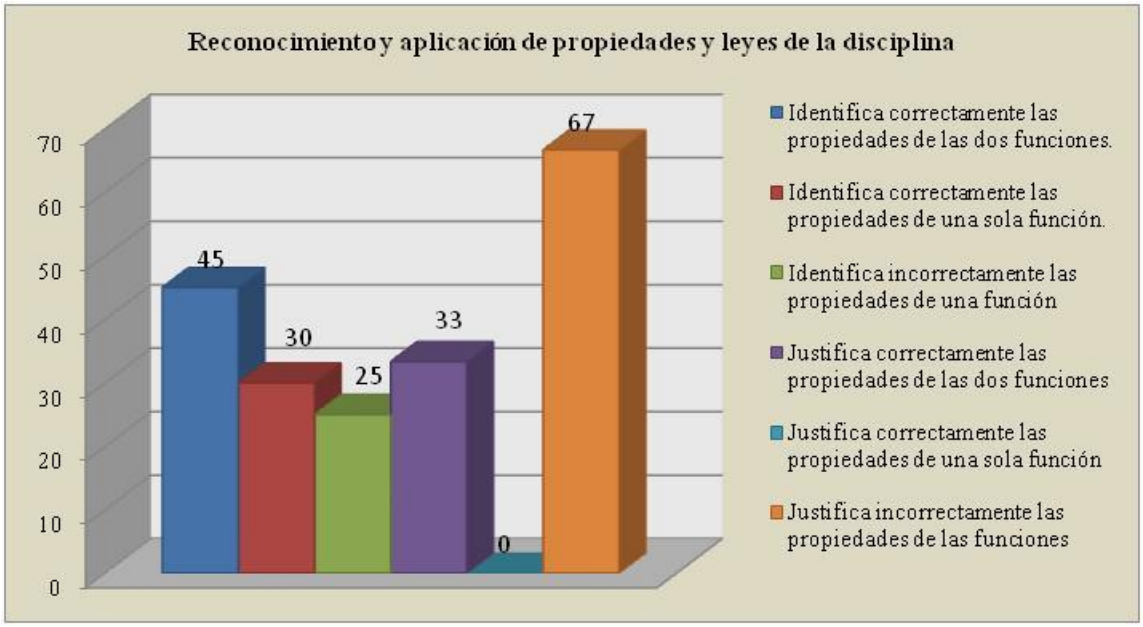


Figura 2. Reconocimiento y aplicación de propiedades y leyes de la disciplina.

3. CONCLUSIONES

Los diferentes registros expresados por los estudiantes nos permiten confirmar que existe una brecha entre los objetos matemáticos presentados por el docente y los objetos matemáticos creados por el estudiante.

Desde esta perspectiva y entendiendo por objeto personal, algo de lo que se tiene conciencia subjetiva, las categorías analizadas nos permiten arribar a algunas reflexiones: en relación a la primera categoría "Manejo de las formas del lenguaje" se puede decir que los estudiantes muestran mayores destrezas, y estos no es casual, ya que las experiencia que transitan en la asignatura se vinculan directamente con sus recorridos educativos previos. En relación a la segunda categoría "Reconocimiento y aplicación de propiedades y leyes de la disciplina" se puede evidenciar una mayor dificultad, ya que demanda de niveles de pensamiento más complejos, de hábitos de abstracción, de manejo del lenguaje formal, y para los cuales hay escasas experiencias previas, siendo posiblemente insuficientes las que hayan transitado en la asignatura.

3 REFERENCIAS

Godino, J. D. y C. Batanero. Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 14(3), 325-355. 1994

Ramos P, Ana B. El significado del objeto personal función en las prácticas operativas y discursivas de estudiantes universitarios. *Investigaciones en educación matemática. Aportes desde una unidad de investigación.* ISBN Electrónico: 978-980-233-603-6. 1ra Ed. Maracay, Venezuela. 2015

.Godino, Juan D. *Un enfoque ontológico semiótico de la cognición e instrucción matemática.* 2003.

http://www.ugr.es/local/jgodino/ Accedido el 10 de abril de 2018.

Vergnaud, G. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 10 (2,3): 133-170. 1990.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Caracterización de aguas residuales

Basualdo, Daniela[1]; Tevez, Héctor[1]y Rondano, Karina[1]

1) Cátedra de Química General e Inorgánica, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina, e-mail: dannibasualdo@gmail.com

RESUMEN: Las aguas residuales constituyen una fuente de contaminación de las aguas naturales. La mayor parte de las masas de aguas residuales no tienen tratamiento previo, y los ríos son utilizados como sumideros de estos desechos. Las descargas de agua contaminada superan frecuentemente la capacidad de auto-regeneración. La ciudad Capital de Santiago del Estero cuenta con 2 canales de desagüe pseudo-pluvial que descargan las aguas residuales al Rio Dulce. La medición de parámetros físico-químicos de las aguas es fundamental para establecer el grado de contaminación de las mismas, como así también permite caracterizar los ambientes naturales por donde se escurren. Para este trabajo se establecieron 7 sitios de muestreo. Se aplicaron métodos estándares en la determinación de: temperatura, pH, conductividad, fósforo, nitritos, DBO_5, cromo, cloruros y alcalinidad. Según los límites establecidos por el Reglamento de Control de Vertidos de Líquidos Residuales de la Secretaría del Agua Provincial de Santiago del Estero/Argentina, el 14,3% de las muestras superan los valores para DBO_5 y cromo, mientras que el 71,4% para fósforo. Además, todas las muestras superan los límites de nitritos. Podría establecerse que las aguas residuales de estos canales son potencialmente de riesgo para ser desechadas a las aguas del Río Dulce.

ABSTRACT: The wastewater is a source of pollution of natural waters. Most of the masses of wastewater do not have pre-treatment, and the rivers are used as sinks for these wastes. Discharges of contaminated water often exceed the capacity for self-regeneration. The capital city of Santiago del Estero has 2 pseudo-pluvial drainage waterways that discharge wastewater to the Rio Dulce. The measurement of physical-chemical parameters of the water is fundamental to establish the degree of contamination of the same, as well as it allows to characterize the natural environments through which they drain. For this paper, 7 sampling sites were established. Standard methods were applied for the analysis of: temperature, pH, conductivity, phosphorus, nitrites, DBO_5, chromium, chlorides and alkalinity. According to the limits established by the Regulation of Control of Waste Liquid Discharges of the Provincial Water Secretariat, 14.3% of the samples exceed the values for DBO_5 and chromium, while 71.4% for phosphorus. In addition, all samples exceed the nitrite limits. It could be established that the wastewater from these waterways is potentially hazardous to be discarded in the waters of the Río Dulce.

Keywords: wastewater, pollution, characterization.

Palabras claves: Agua residual, contaminación, caracterización.

4 INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales constituyen una importante fuente de contaminación de las aguas naturales debido a la acción del hombre.
En la actualidad, la mayor parte de las masas contaminadas de aguas residuales no tienen ningún tipo de tratamiento y los ríos son utilizados como sumideros de estos desechos urbanos. Debido a los grandes volúmenes de agua que transportan y al movimiento de las mismas, los ríos son capaces, hasta cierta medida, de regenerarse por sí mismos, neutralizando los efectos de las grandes cantidades de aguas residuales que reciben, como las industriales, domésticas, agrícolas, entre otras. Sin embargo, las descargas de agua contaminada, superan frecuentemente la capacidad de auto-regeneración y los ríos se deterioran, lo cual conlleva a la pérdida del oxígeno disuelto en el agua, la desaparición de insectos y peces y a la consecuente destrucción del ecosistema fluvial por la interrupción de las cadenas alimenticias (Dávalos, 2010).
La ciudad Capital de Santiago del Estero cuenta con 2 canales de desagüe pseudo-pluvial que descargan las aguas residuales al Rio Dulce. La medición de parámetros físico-químicos y bioquímicos de las aguas es fundamental para establecer el grado de contaminación de las mismas, como así también permite caracterizar los ambientes naturales por donde se escurren.

5 MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Toma de muestra

Los sitios de muestreo corresponden a distintos canales a cielo abierto de la ciudad Capital de Santiago del Estero, como se puede observar en la Fig.1. Se recogieron siete muestras de agua residual, siguiendo los Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales (Díaz de Santos, 1992).

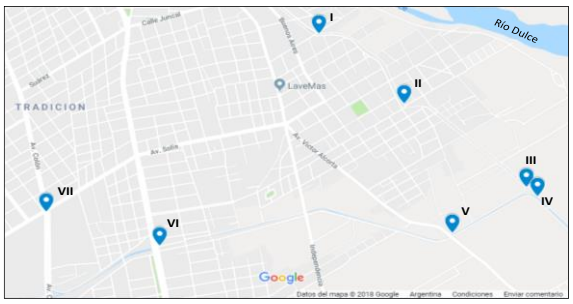


Figura 1. Ubicación de los sitios de toma de muestra.

5.2 Análisis de muestras

Se realizaron las determinaciones de los siguientes parámetros: temperatura del agua y del ambiente, pH, conductividad, fósforo, nitritos, cromo, hierro, alcalinidad, cloruros y demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5).
Para las mediciones de pH y conductividad se utilizó un Multímetro Water Meter 850081 Sperscientific con electrodo combinado Oakton. Para la determinación de fósforo se aplicó la técnica de Olsen (Olsen et al., 1954). La misma consiste en la formación del complejo molibdeno azul, que se determina cuantitativamente mediante espectrofotometría. Nitritos se determinó aplicando el método de Análisis por Inyección en Flujo (FIA) (López Pasquali, et al., 2007) modificado de Griess-Ilosvay´s (D.L. Sparks et al., 1996). La determinación de cromo se realizó por absorción molecular basada en una reacción de óxido-reducción con difenilcarbazida en medio ácido. El método volumétrico de Mohr fue empleado para la determinación de cloruros presentes en las muestras. La medición de alcalinidad total (carbonatos y bicarbonatos) se llevó a cabo mediante el método de titulación ácido-base. Para DBO_5 se aplicó el método basado en la ponderación indirecta de la concentración de oxígeno disuelto (OD) consumido por la oxidación inmediata por microorganismos de la materia orgánica presente en la muestra agua.

6 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de la temperatura del agua, el pH, la conductividad, cloruros, alcalinidad y concentraciones de cromo en las muestras, se presentan en la tabla 1. No se observa grandes variaciones en los valores de temperatura de las muestras, las que condicen con la época del año donde se recolectaron las muestras. Los valores de pH oscilan entre 6,93 y 7,56 (los mismos se encuentran dentro del rango establecido para aguas residuales 6,00 y 9,00). La muestra 1 presenta una elevada conductividad, esto puede deberse a las altas concentraciones de cloruro y cromo que se observa en dicha muestra. Las determinaciones de cloruros arrojaron valores máximos de 568 $mg.L^{-1}$ y mínimos de 142 $mg.L^{-1}$; mientras que para alcalinidad el rango de valores oscila entre 359 y 598 $mg.L^{-1}$. La muestra 1 presenta una elevada

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

concentración de cromo, superando el valor establecido por el reglamento (2 mg.L^{-1}), mientras que la muestra 2 contiene un valor dentro de lo permitido y en las restantes no se detecta (ND) cromo con la técnica utilizada. El nivel de cromo en la muestra 1 puede estar relacionado con la cercanía a una curtiembre ubicada a 40 m del sitio de toma de muestra; ya que los tratamientos de curtido y preservación de cuero involucran variadas sustancias en la que suelen utilizar cromo. Como se observa en la Fig. 2, el 71,4% de las muestras superan el límite establecido para fósforo (2 mg.L^{-1}) , según el Reglamento para el control de vertidos de líquidos residuales, establecido por la dirección general de medio ambiente de la secretaría del agua de Santiago del Estero (RCVLR-DGMA-SDE).

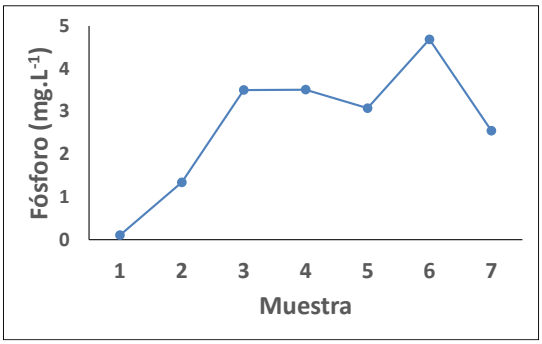


Figura 2. Fósforo, en mg.L^{-1}, en las aguas residuales.

La totalidad de las muestras superan los valores de nitritos establecidos en el RCVLR-DGMA-SDE (0,1 mg.L^{-1}), como se muestra en la Fig.3.

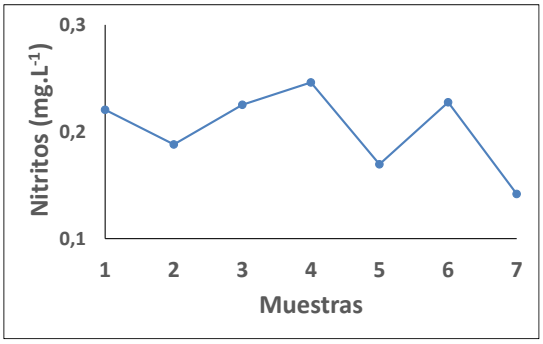


Figura 3. Concentración de nitritos en las aguas.

Lo que respecta a la DBO_5, el 14,3% de las muestras superan el valor establecido (50 mg.L^{-1}), tal como lo ilustra la Fig. 4.

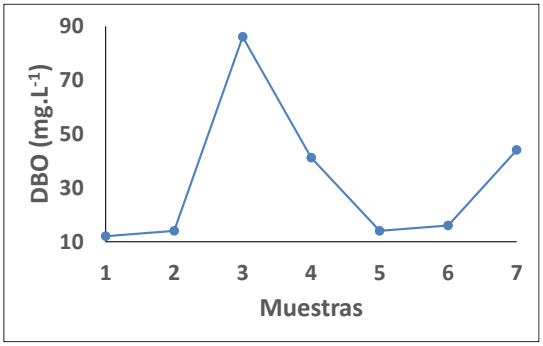


Figura 4. DBO_5 en las aguas residuales.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de muestras de agua.

Muestra	T agua (°C)	pH	Conductividad ($mS.cm^{-1}$)	Cloruro ($mg.L^{-1}$)	Alcalinidad ($mg.L^{-1}$)	Cromo ($mg.L^{-1}$)
1	22	6,93	3,42	568	359	8,91
2	19	7,53	1,30	142	383	0,04
3	23	7,56	1,81	178	478	ND
4	22	7,39	1,92	217	502	ND
5	18	7,51	2,36	199	502	ND
6	20	7,45	2,24	206	550	ND
7	21	7,46	2,15	213	598	ND

7 CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, podría establecerse que las aguas residuales de estos canales son potencialmente de riesgo para ser desechadas a las aguas del Río Dulce, debido a los altos niveles de fósforo y nitritos en general, y al elevado contenido de cromo detectado en la muestra 1, en particular.

8 REFERENCIAS

Dávalos Herrera, M. P. Propuesta de un Sistema de monitoreo para la caracterización de las aguas residuales que recepta el río Tahuando, Ecuador, 2010.

Díaz de Santos. APHA, AWWA, WPCF. *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales*, 17° edición, 1992

López Pasquali, C.E., P.F. Hernando and J.S. Durand Alegría. Spectrophotometric simultaneous determination of nitrite, nitrate and ammonium in soils by flow injection analysis, *Analytica Chimica* 600, 177-182, 2007.

Olsen S.R. and L.E. Sommers. *Methods of soil analysis.* Soil Science Society of America, Madison, WI,USA, 1982.

Reglamento para el control de vertidos de líquidos residuales, establecido por la Dirección General de Medio Ambiente dependiente de la Secretaría del Agua de la provincia de Santiago del Estero, 2010.

Sparks, D.L. Page, A.L. Helmke, P.A. Loeppert, R.H. Soltanpour, P.N. Tabatabai, M.A. Johnston, C.T. Sumner, M.E. Bartels J.M. (Eds.), Methods of soil analysis. Part 3: Chemical methods, Wisconsin, SSSA, Madison, pp. 1123-1184. 1996.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Adaptación de una estufa para calefacción de un criadero de aves usando biomasa como combustible

Ludueña, Myriam E.1; Corbalán, Iván[1]; Cardozo, Ramón[1] y Figueroa, María E.[2,3]

(1) Laboratorio de Energía de Biomasa, ITM, FCF UNSE, 4200 Santiago del Estero, Argentina. mel@unse.edu.ar
(2) Proyecto D-TEC 0016/13 "Diseño de procesos alternativos de transferencia tecnológico/productivo hacia sistemas de producción complejos (sistemas de producción de la Agricultura Familiar)". UNSE, 4200 Santiago del Estero, Argentina.
(3) Proyecto CICyT UNSE. 23/B140. UNSE, 4200 Santiago del Estero, Argentina. meugeniaf83@gmail.com

RESUMEN: En el área de riego del Río Dulce, una actividad habitual es el cultivo de maíz para consumo humano y sobre todo para forraje, en la cría de pollos parrilleros, y otras actividades. En este cultivo se genera marlo como residuo agrícola, que se utiliza para calentar agua y para el encendido del horno. Se propuso realizar la caracterización energética para adaptar una estufa. Los ensayos realizados en laboratorio sobre muestras de marlo arrojaron un valor promedio de 4.718 kcal/kg para poder calorífico, 3.8 % de humedad, 72 % de material volátil y 9 % de cenizas. El marlo es un material que se enciende con facilidad, genera abundante flama y se consume rápidamente. Se realizó una simulación de la estufa constituida por una campana, un brasero, una cámara de humo y caño calefactor, simulando el criadero. Se registraron desde 28 ºC a 32ºC entre el encendido y el consumo total del material a una distancia de 30 cm del caño. Por el alto poder calorífico y alto porcentaje de volátiles es que se debe regular el abastecimiento del combustible, con esto se puede controlar una temperatura relativamente constante. Se fabrica y adapta una estufa con el sistema de calefacción rocket, consta de un hogar, boca de encendido-ventilación y boca de extracción de cenizas.

ABSTRACT: In the irrigation Dulce River area, a usual activity is the cultivation of corn for human consumption and especially for forage, in the breeding of broiler chickens, and other activities. In this crop, the ´marlo´ is an agricultural waste, which is used it to heat water and to light the oven. It was proposed to carry out the energy characterization to adapt a stove. Laboratory tests on samples of marlo showed an average value of 4.718 kcal / kg calorific value, 3.8% humidity, 72% volatile material and 9% ash. The marlo is a material that ignites easily, generates abundant flame and is consumed quickly. A simulation of the stove constituted by a bell, a brazier, a smoke chamber and a heating pipe simulating the hatchery was carried out. They were recorded from 28ºC to 32ºC between the ignition and the total consumption of the material at a distance of 30 cm from the pipe. Due to the high calorific value and high percentage of volatiles, it is necessary to regulate the fuel supply, with this a relatively constant temperature can be controlled. It is manufactured and adapted a stove with the rocket heating system, consists of a hearth, mouth of ignition-ventilation and mouth of extraction of ashes.

Palabras claves: marlo, energía de biomasa, productor familiar.

Keywords: marlo, biomass energy, family producer.

1 INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que más de tres mil millones de personas utilizan biomasa como combustible para satisfacer sus necesidades básicas de energía. Necesidades tales como conservar alimentos, calentar sus viviendas, ahuyentar insectos y calentar alimentos (OMS 2007). El incremento en el consumo mundial de energía total estimado hasta el año 2030, será mayor para los combustibles fósiles, mientras que las fuentes de energía renovables tendrán aumentos menores (FAO, 2008). Según el Balance Energético Nacional (BEN, 2016) la energía primaria es la proveniente de fuentes de energía en estado propio que se extraen de los recursos naturales de manera directa, por ejemplo la de biomasa. La energía renovable se consume en mayor medida en los países en desarrollo y su producción se basa principalmente de biomasa. El uso de este recurso posee amplios beneficios sociales, económicos y ambientales. Contribuyen con la diversificación de la matriz energética del país hasta el fomento a la industria nacional; y desde el desarrollo de las economías regionales hasta el impulso al turismo (BEN, 2016). La biomasa es un recurso renovable, que requiere de un manejo que garantice esta cualidad (Trossero, 2002). La biomasa es el nombre dado a cualquier materia orgánica de origen animal o vegetal como resultado del proceso de conversión fotosintético (Gandulgia et al., 2009). Su uso no implica un aumento de los gases de efecto invernadero ya que el CO_2 es reabsorbido en la fotosíntesis. En la actualidad, es en muchos casos sub aprovechada. Dada su variabilidad espacial y temporal, por provenir de diferentes orígenes, se desconocen sus propiedades energéticas o la forma óptima de utilización y están poco desarrolladas las tecnologías adecuadas para su aprovechamiento. Por este motivo es necesario evaluar y caracterizar los recursos biomásicos que se disponen en cada región, atendiendo a las demandas energéticas (Figueroa et al.,, 2018). La energía de la biomasa deriva de material vegetal. Esta energía se denomina *bioenergía*. Producir energía a partir de biomasa significa acceder a diferentes opciones para su conversión en productos. La mayor parte de los procesos de conversión utilizan rutas conocidas como la termoquímica, por ejemplo, la combustión (BEN, 2016). En la agricultura familiar la producción de maíz genera un gran volumen de residuos, siendo el marlo de maíz el más abundante. Como un caso de estudio, un pequeño productor, del paraje Los Pereyra, Dpto. Robles, Ruta Provincial N° 1 de Santiago del Estero tiene dentro de su variada producción, la cría de pollos de granja (Fig. 1).

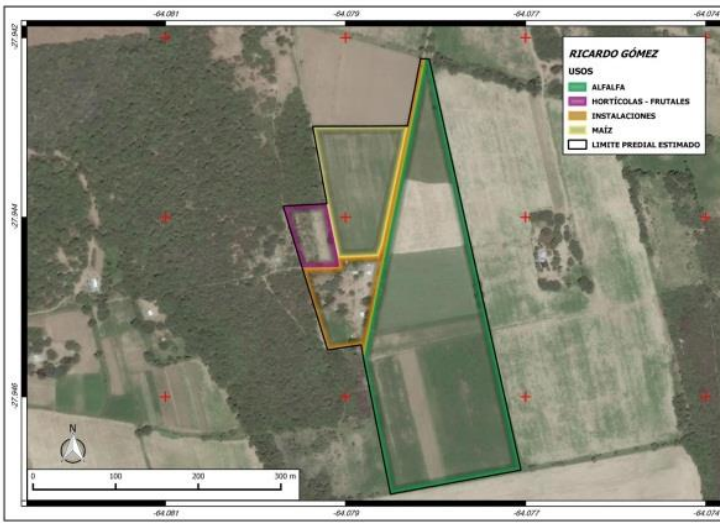


Figura 1. Ubicación del predio y superficie sembrada de maíz

La etapa crítica de la cría de pollo son los primeros 15 días, ya que no pueden regular por sí mismos la temperatura corporal y tienen que ser ayudados por algún tipo de calefacción que les garantice una temperatura constante de aproximadamente 30 °C. La biomasa debe ser cosechada, recolectada, transportada y finalmente almacenada en el lugar de procesamiento (Gandulgia et al., 2009). Actualmente este residuo es utilizado como combustible para calentar el agua para la faena de los pollos o para calentar el horno para cocción de alimentos. Sabiendo la utilidad se propuso determinar características energéticas para adaptar un sistema de calefacción económica y sustentable que cumpla con las necesidades del productor (Fig. 2).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 2. Residuo agrícola de pequeño productor familiar: marlo

Figueroa et al., (2018) muestra el beneficio de utilizar esta biomasa como recurso renovable, donde el pequeño productor puede autoabastecerse de energía, con una pequeña innovación tecnológica. Según BEN (2016) se entiende como contenido energético de una fuente a su capacidad de producir calor, el cual puede ser medido a través del valor o poder calorífico que es la cantidad de calor por unidad de masa que una fuente material es capaz de producir durante la combustión

1.1 Objetivo principal

El objetivo fue adaptar un sistema de calefacción por conducción de humos calientes alimentado con marlo para la producción de calor utilizando las tecnologías disponibles.

1.2 Objetivos específicos

- determinación del poder calorífico del marlo,
- determinar el análisis próximo del marlo,
- construir la estufa adaptada,
- integrar al pequeño productor familiar en los procesos de innovación tecnológica mediante la adaptación de la estufa

2 MATERIALES Y MÉTODO

El estudio de la biomasa se realizó mediante la toma de muestra de marlo que el productor tiene acopiado (Fig. 2). La cosecha y desgranado la realizó de manera manual, acumulando el marlo en pilas protegidas por plástico, el cual está en contacto con la tierra impactando sobre los contenidos de cenizas. Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Energía de Biomasa del ITM de la UNSE. Se simuló el criadero con un sistema de calefacción constituido por una campana, un brasero, una cámara de humo y un caño calefactor (chimenea) teniendo en cuenta el tiraje (Fig. 3). Para el calentamiento del criadero se fabricó y adaptó una estufa con el sistema de calefacción rocket. La secuencia de la experiencia de simulación consistió en pesar 200 gramos de marlo picado, cargar el brasero, colocar la cámara de humo, e introducir el equipo en la campana. Se procedió a medir la temperatura en 3 distancias perpendiculares al caño (10 cm, 20 cm y 30 cm), y en cada una de ellas cada 5 minutos, durante 25 minutos. La temperatura se midió con la termocupla a las distancias mencionadas del caño que conduce el humo y calefacciona. Una vez que todo estuvo preparado en la campana se registró la distancia de la termocupla al caño calefactor, tiempo de inicio de la experiencia, temperatura ambiente y los cambios de temperatura cada cinco minutos. Este experimento tuvo 3 repeticiones.



Figura 3. Ensayo en laboratorio: simulación de estufa. Bomba calorimétrica

En la determinación de humedad se utilizaron crisoles, material de vidrio, balanza, estufa de secado y se procedió según Norma ASTM D 1762-84 (2007), según se muestra en la ecuación 1.

$$\%H = \left[A - \frac{B}{A}\right] * 100 \quad (1)$$

Donde:
A: gramos de la muestra seca al aire
B: gramos de la muestra seca a 105 °C
Para la determinación de volátiles se utilizaron crisoles con tapa, material de vidrio, balanza analítica, mufla con timer y se procedió según Norma ASTM D 1762-84 (2007), como se muestra en ecuación 2.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

$$\%V = \left[B - \frac{C}{B}\right] * 100 \quad (2)$$

Donde:
B: gramos de la muestra seca a 105 °C
C: gramos de la muestra seca a 950 °C

Finalmente, para la determinación de cenizas se utilizaron crisoles con tapa, pinzas, material de vidrio, balanza analítica, mufla con timer y se procedió según Norma ASTM D 1762-84 (2007), como se muestra en ecuación 3.

$$\%C = \left[\frac{D}{B}\right] * 100 \quad (3)$$

Donde:
B: gramos de la muestra seca a 105 °C
C: gramo de residuos

En la determinación del poder calorífico superior (PCS) se utilizó bomba calorimétrica Julius Peters semiautomática, en ambiente adiabático y se procedió según normas DIN 51900, como se muestra en ecuación 4.

$$PCS = \left[\frac{(Tf - Ti)}{m}\right] * 3900 \quad (4)$$

Donde:
Tf: última lectura principal del calorímetro
Ti: última lectura preliminar del calorímetro
m: gramos de muestra
3900: constante del calorímetro

La construcción de la estufa estuvo a cargo de un herrero especializado. La estufa fabricada y adaptada para la calefacción del criadero de pollos de granja es una adaptación del denominado "sistema de calefacción rocket" (Figura 4).



Figura 4. Adaptación del sistema rocket

Consta de un cuerpo central donde se encuentra el hogar, boca de encendido-ventilación y boca de extracción de cenizas. Además cuenta con dos columnas de alimentación que se encuentran insertas a la altura del hogar y cuya inclinación es de 45° para facilitar la alimentación. El espacio que está por arriba del hogar y por debajo de la inserción del tiraje es el pulmón de acumulación y recalentamiento de humos que luego son conducidos por tubería de zinc. El artefacto está construida con chapa plegada N° 16 y soldado continuo. El cuerpo central de la estufa es de sección cuadrada de 25 x 25 cm, mientras que las columnas de alimentación son de 20 x 20 cm, y las bocas de encendido y extracción de cenizas de 25 x 7 cm.

3 RESULTADOS

Las características más deseables para un biocombustible son: un alto valor calorífico, bajo contenido de cenizas y bajo contenido de agua, entre otros. Los ensayos realizados en laboratorio sobre muestras de marlo arrojaron un valor promedio de 4.718 kcal/kg para poder calorífico superior, 3.8 % de humedad, 72 % de material volátil y 9 % de cenizas. Según lo observado in situ, el marlo es un material que se enciende con facilidad, genera abundante flama y se consume rápidamente, lo cual se ve reflejado en el alto contenido de material volátil. El marlo al estar a la intemperie y ser acopiado en parvas y sólo protegido con bolsas de silo, presenta partículas no deseadas, como tierra y arena, que tienen inferencia directa en el contenido de cenizas. El primer ensayo se realizó a una temperatura

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

ambiente de 30 °C y se tomó la temperatura con la termocupla a una distancia de 10 cm. Se observó una combustión rápida y mucha generación de llama lo cual provoca un aumento rápido de la temperatura (17 °C). El segundo ensayo se realizó también a 30 °C y se tomó la temperatura con la termocupla a una distancia de 20 cm. Se observó una combustión que provocó un aumento de 7 °C. El tercer ensayo se realizó a una temperatura ambiente de 28 °C y a 30 cm de distancia del caño calefactor. Se experimentó un cambio de sólo 1 °C, siendo menor el cambio con respecto a las experiencias anteriores. Los cambios de temperatura fueron los más bajos registrados, por lo tanto se decidió seguir alimentando con marlo por 25 minutos más. Se observó la temperatura constante. En la Figura 5 se observa la variación de la temperatura cada 5 minutos, tomadas a 3 distancias diferentes del caño calefactor.

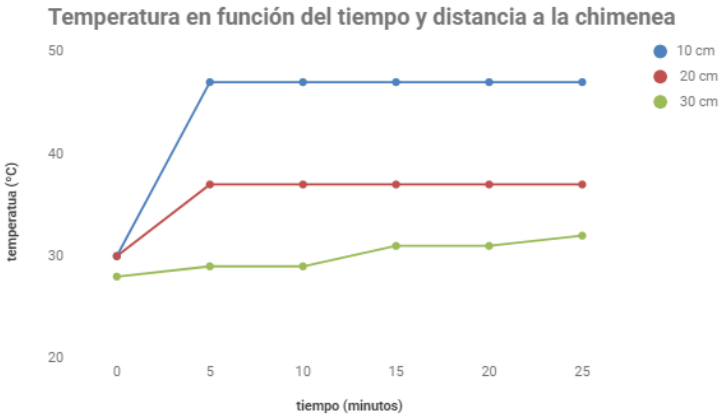


Figura 5. Variación de la temperatura a través del tiempo (minutos) y la distancia de la termocupla a la chimenea

Estos resultados se tuvieron en cuenta para la distancia en la colocación de la estufa adaptada en el criadero de pollitos.



Figura 6. Diseño de instalación

4 CONCLUSIONES

La investigación participativa que llevamos a cabo en laboratorio y en campo, permitió una adecuada instalación de la estufa abastecida con el biocombustible marlo. La distancia óptima desde los pollitos a la chimenea de salida es la de 30 cm por este motivo es que la instalación respetó esta distancia (Fig. 6 y 7).



Figura 7. Instalación estufa

A su vez, mediante el análisis del poder calorífico superior y las determinaciones porcentuales de humedad, volátiles y cenizas se demostró la importancia de los residuos agrícolas como recurso energético renovable. El pequeño productor familiar adoptó y se apropió inmediatamente del sistema de calefacción abastecido con biomasa propia (Fig. 8). Esta experiencia demuestra la importancia de generar tecnologías basadas en el trabajo participativo, adaptadas a los requerimientos del productor y a los recursos disponibles.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 8. Uso de la estufa en campo.

5 BIBLIOGRAFÍA

BEN (2016). Balance Energético Nacional 2015. Documento metodológico. Ministerio de Energía y Minería de la Nación. Argentina. Octubre de 2016.

FAO (2008). "Bosques y energía Cuestiones clave".Estudio FAO: Montes 154, Roma.

Trossero M.A. (2002). "Dendroenergía: perspectivas de futuro". Unasylva - No. 211.

Figueroa, ME, Fernández, F, Vidal, T, Corbalán, I, Ludueña, M. (2018). "Uso de la biomasa como recurso energético por pequeños agricultores familiares: tres casos de estudio en la provincia de Santiago del Estero". IV Congreso del Foro de Universidades Nacionales para la Agricultura Familiar, La Rioja, 29 -30 de mayo del 2018.

Figueroa, ME; Fernández, F; Vidal, T; Corbalán, I; Ludueña, M (2018). De residuo a energía: la biomasa un complemento en la vida rural. Revista QUIPU Forestal. N°4, 21-21, 2018. ISSN 2618-1959, e-ISSN 2422-7560.

Ganduglia, F., J. G. León, R. Gasparini, M. E. Rodríguez, G. J. Huarte, J. Estrada, E. Filgueiras, Manual de Biocombustibles, IICA - Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL (ECOPETROL - YPF (Grupo RepsolYPF) - ExxonMobil - PETROPERU - IBP), COSTA RICA y URUGUAY, octubre 2009. ISBN 13: 978-92-9248-121-6.

Norma ASTM D 1762-84 (2007). AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS - ASTM. ASTM D 1762-84: Standard method for chemical analyses of wood charcoal. Philadelphia: ASTM International, 2007. 2p.

OMS (2007). Organización Mundial de la Salud. Energía doméstica y salud: combustibles para una vida mejor. Francia. Ediciones de la OMS. 28 p.

6 AGRADECIMIENTO

A la Diseñadora Feliza Benítez por los gráficos en 3D (tres dimensiones).

El rol de la cooperación en las cadenas de valor de pequeñas y medianas empresas del Noroeste Argentino

Castillo, Silvana[1]; Michalus, Juan Carlos[2]y Amaya,Gonzalo[3]

(1)Universidad Nacional de Salta-Facultad de Ingeniería, 4400 Salta, Argentina, se_castillo@yahoo.com.ar
(2)Universidad Nacional de Salta-Facultad de Ingeniería, 4400 Salta, Argentina, michalus@fio.unam.edu.ar
(3)Universidad Nacional de Salta-Facultad de Ingeniería, 4400 Salta, Argentina, oshkaramaya@gmail.com

RESUMEN: Ninguna organización opera de forma aislada ni desarticulada. Se han detectado diferentes problemas que presentan las Pequeñas y medianas empresas del Noroeste Argentino, y su actuación en las Cadenas de Valor. Uno de los aspectos claves para el funcionamiento de una Cadena de Valor es el tipo de interrelación interorganizacional y entre organizaciones, y el grado de influencia que tienen las formas de cooperación en las organizaciones.
En el presente trabajo, se analizan los aspectos generales de la cooperación, y como impactan en las organizaciones. La metodología de trabajo consiste en un relevamiento de publicaciones de los diferentes tipos de cooperación en organizaciones. El análisis se centra principalmente en la sugerencia de una serie aspectos a tener en cuenta en las Cadenas de Valor y aplicables en las pequeñas y medianas empresas del Noroeste argentino. Se analiza una Cadena de Valor característica de la provincia de Salta, de tal forma de abordar los aspectos fundamentales de la cooperación.
Finalmente se analizan los resultados del análisis realizado, y se plantean diferentes propuestas que podrían contribuir al rendimiento de las Cadenas de Valor en el presente escenario de las pequeñas y medianas empresas del Noroeste Argentino.

ABSTRACT: No organization operates in isolation or disjointed. Different problems have been detected that present the Small and medium companies of the Northwest of Argentina, and their performance in the Value Chains. One of the key aspects for the operation of a Value Chain is the type of interorganizational and inter-organizational interrelation, and the degree of influence that the forms of cooperation in organizations have.
In the present work, the general aspects of cooperation are analyzed, and how they impact on organizations. The work methodology consists of a survey of publications of the different types of cooperation in organizations. The analysis focuses mainly on the suggestion of a series of aspects to be taken into account in the Value Chains and applicable in small and medium-sized companies in the Argentine Northwest. A Value Chain characteristic of the province of Salta is analyzed, in order to address the fundamental aspects of cooperation.
Finally, the results of the analysis carried out are analyzed, and different proposals are proposed that could contribute to the performance of the Value Chains in the present scenario of small and medium-sized companies in the Northwest of Argentina.

Palabras claves: Cooperación, Pequeñas y Medianas Empresas, Cadena de Valor

Keywords: Cooperation, Small and Medium Enterprises, Value Chain

1 INTRODUCCION

El trabajo se enmarca dentro del Proyecto del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta Proyecto N° 2395: "Estudio de Herramientas de Optimización aplicadas a las Cadenas de Suministro del Medio" del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta (CIUNSA). En base a diagnósticos realizados en Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) del Noroeste Argentino (NOA), se han detectado problemas debido a la falta de articulación y cooperación de los actores de la cadena.
El rendimiento de una Cadena de Valor depende en gran medida de aspectos tangibles e intangibles sobre las que opera. En las PyMEs del NOA aún no se ha incorporado este concepto en el mecanismo de funcionamiento. Las PyMEs presentan una serie de problemas, que son identificados en los informes del Observatorio PyMEs correspondientes a los años 2008 y 2011. Se los puede enumerar en orden de importancia. Ellos son:

- Aumento de los costos directos de producción
- Alta participación de los impuestos en el costo final del producto
- Disminución de la rentabilidad
- Alto grado de evasión de los productores locales con los que compite
- Fuerte competencia en el mercado interno
- Caída de las Ventas
- Elevados costos financieros
- Dificultades en la obtención de financiamiento
- Elevados costos de logística
- Retraso en los pago de los clientes
- Insuficiente capacidad instalada
- Dificultades en el suministro de energía
- Fuerte competencia en los mercados internacionales

Los problemas detectados, se encuentran referidos al inadecuado funcionamiento de las Cadenas de Valor de las PyMEs. En la mayoría de los casos relacionados a la rentabilidad, a la logística, y a las estrategias de mercado.
Para poder desarrollar el trabajo se definieron los siguientes objetivos:
Evaluar la teoría de Cooperación aplicadas a las Cadenas de Valor del NOA
Proporcionar un marco referencial con bases en el concepto de Cadenas de Valor que permita reformular los contenidos de información relevada que se emplean en los diagnósticos de las Pequeñas y Medianas empresas del NOA
Contribuir a la toma de decisiones en el sector público y privado
En el presente trabajo se presenta una metodología de análisis para el abordaje de los problemas de las Cadenas de Valor de las PyMEs del NOA, através de la descripción de un marco teórico, análisis de una Cadena de Valor característica de la región y sus resultados, conclusiones, y perspectivas.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño metodológico que se propone consiste en los siguientes puntos:

- Analizar los diferentes modelos cooperación aplicable a PyMES del NOA.
- Relevamiento de diferentes tipos de Cadenas de Valor características del NOA. Análisis del caso de una PyMEs salteña dedicada al rubro gastronómico, y el planteo de un escenario que refleje la articulación de esta con otros sectores
- Análisis de los beneficios de la aplicación del concepto Cooperación en las Cadenas de Valor de PyMES del NOA

3 MARCO TEORICO REFERENCIAL

En este item, se describe los principales conceptos, que definen el marco teórico del trabajo.

3.1 PyMEs y MiniPyMES

En los estudios realizados por los Observatorios PyME Regionales Industria Manufacturera (2008) e Industria Manufacturera (2011) se aplica una definición de PyME basada en los datos de personal ocupado y próximos al tramo comprendido entre 10 y 200 personas, asimismo una definición de MIPyME basada en los datos de personal ocupado hasta 200 personas. En esta encuesta, una empresa fue clasificada como:
• PyME: si la cantidad total de ocupados de la empresa comprende entre 10 y 200, en al menos una de las fechas de referencia (diciembre de 2010 y diciembre de 2011) y la empresa no pertenecía a un grupo económico integrado por empresas que, en su conjunto, sumaban más de 200 personas ocupadas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

• MIPyME: si la cantidad total de ocupados de la empresa era inferior o igual a 200, en al menos una de las fechas de referencia (junio y diciembre 2010 y junio de 2011) y la empresa no pertenecía a un grupo económico integrado por empresas que, en su conjunto, sumaban más de 200 personas ocupadas.

3.2 Cadenas de Valor

Una cadena de valor abarca todas las actividades necesarias para que un producto o servicio circule a través de las diferentes etapas de producción, desde su concepción hasta su entrega a los consumidores y la disposición final después de su uso (Kaplinsky y Morris, 2002). La cantidad de eslabones que componen una cadena de valor depende del tipo de actividad que desarrolle. Los eslabones de la cadena pueden ser realizados por una o varias organizaciones (Kaplinsky, 2000). A nivel microeconómico se observan diversos beneficios derivados del fortalecimiento de las cadenas de valor, tales como el establecimiento de nuevas relaciones entre empresarios, mejoras en la calidad de la producción (por ejemplo, optimización en el uso sostenible de algunas materias primas o de ciertos recursos), aumentos de la competitividad y de la capacidad exportadora de las empresas, aumento en el financiamiento de proyectos empresariales y de desarrollo económico local por los sectores privado y público.

La gobernanza de la cadena define el marco relacional en que económicamente actuarán las empresas, se relacionarán entre estas y con otras instituciones de apoyo que pueden provenir del gobierno o del sector privado. Se encuentra en constante cambios en el tiempo, según las estrategias de las empresas involucradas y factores institucionales, tecnológicos e innovaciones organizacionales, entre otros factores (Gereffi, Humphrey y Sturgeon, 2005). El marco institucional involucra las políticas y las reglas según las cuales operan los actores de la cadena.

Los actores involucrados en las cadenas de valor se encuentran ubicados en diferentes niveles institucionales y escalas territoriales. Los agentes principales de una cadena de valor son aquellos que participan directamente en la provisión de insumos, la producción, el procesamiento, el transporte y la comercialización. Los proveedores públicos y privados de servicios apoyan el funcionamiento de la cadena, incluyendo el embalaje y la manipulación, la certificación y el apoyo financiero, en la medida que tales actividades no sean llevadas a cabo por los actores propios de las cadenas. Los organismos gubernamentales, las asociaciones industriales, las universidades y las organizaciones internacionales, entre otras entidades, efectúan actividades de apoyo y soporte e intervenciones para fortalecer la cadena de valor. Estas acciones pueden incluir, por ejemplo, el desarrollo de capacitaciones específicas en cuanto a la producción y el manejo de estándares internacionales de calidad, el suministro de información sobre los mercados y el asesoramiento en materia de planificación de negocios. Estos actores actúan dentro de un contexto institucional que incorpora el marco regulatorio, las políticas nacionales y subnacionales, los regímenes comerciales, las intervenciones en el mercado, la infraestructura del territorio y las fuentes de información disponibles, e influye en el desempeño de las cadenas de valor(Padilla, 2014).

3.3 Enfoque de la Cooperación organizacional

Michalus (2011) propone una serie de alternativas de cooperación de las PyMES:

* Asociarse con grandes empresas; conduce la creación de fuertes vínculos, lo cual genera una gran dependencia difícil de disolver.
* Crecer en forma individual, se deben cumplir con requerimientos de calidad internacional para producir bienes y servicios con alto valor agregado
*Aliarse con otras PyMEs; se considera la alternativa más aceptable para el desarrollo y crecimiento de las PyMEs. El problema de la PyME no es su tamaño, sino su aislamiento. La alianza con otras empresas permite desarrollar economías de escala y contribuir al aprendizaje organizacional. Las organizaciones generan alianzas para combatir la incertidumbre y satisfacer sus requerimientos de recursos para mejorar su eficacia organizacional frente a las necesidades de mercado.

Michalus (2011) señala que se pueden identificar diferentes enfoques sobre la cooperación:

* Desde la Teoría de los costos de transacción, la cooperación empresarial permite reducir costos. Se busca la eficiencia económica y no otros aspectos referidos al desarrollo integral.
*Según la Teoría de los recursos y capacidades, la empresa, su organización y el entorno interactúan recíprocamente, y la respuesta de la organización

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

frente a las condiciones coyunturales (internas y externas) se da a través de una estrategia organizativa en busca de la adaptación y anticipación a tales circunstancias para lograr el éxito. En tal sentido, la cooperación con otras empresas se constituye en una estrategia eficaz para responder con éxito a las principales demandas del entorno actual (mayor flexibilidad, competitividad, capacidad de innovación, entre otras)

*Desde el punto de vista estratégico, la cooperación permite obtener sinergias para posicionar mejor a las empresas cooperantes frente a sus rivales locales.

* La Teoría de redes y estructuras sociales destaca la importancia de las redes de contactos entre organizaciones e individuos, que permiten obtener ventajas tales como: acceso a información, recursos, tecnologías y mercados, economías de escala y de alcance, facilitando el capital social de los actores, lo que facilita que prosperen iniciativas de colaboración. Este enfoque considera aspectos sociales entre los individuos que participan de la red, pero requiere introducir aspectos asociados al Desarrollo Local Sostenible (DLS).

* El enfoque de la Teoría de juegos muestra una forma estratégica de las organizaciones puesto que cada una de ellas tienen intereses individuales y colectivos que muchas veces no son comunes. Se muestra que la cooperación permite mayores beneficios que si actuaran en forma individual.

*Algunos autores proponen un modelo explicativo de la cooperación empresarial como un proceso dinámico, integrando las teorías de costos de transacción, de recursos y capacidades, y de estructura social, en un modelo constituido por cinco etapas: 1ª. Decisión de cooperar y exploración de posibles socios; 2ª. Búsqueda y selección del socio; 3ª. Delimitación delos términos del acuerdo; 4ª. Mantenimiento y evolución de la relación, y 5ª. Finalización del acuerdo. También se considera importante introducir elementos del desarrollo local/territorial, necesarios para introducir y fortalecer sistemas de asociación y cooperación que contribuyan a la supervivencia y crecimiento de las PyMEs (Lagemann, 2004), así como para promover el desarrollo de redes competitivas y el fortalecimiento de la matriz social y cultural.

4 CADENAS DE VALOR DEL NOA-ANÁLISIS DE UN CASO

De acuerdo a los informes productivos (Informes y datos productivos provinciales, 2018) se pueden identificar las principales Cadenas de Valor en cada una de las provincias que integran el NOA. En la siguiente Tabla 1 se muestran las provincias y las cadenas de valor características:

Tabla 1: Cadenas de Valor principales del NOA

Provincia	Cadenas de Valor
Salta	Cadenas de Hidrocarburos: petróleo y gas
	Cadena tabacalera
	Cadena de oleaginosas
	Cadena de Legumbres
	Cadena azucarera
	Cadena Vitivinícola
	Cadena Citrícola
	Cadena Minera
	Cadena de Energías Renovables
	Cadena Turismo
Catamarca	Cadena Minera Metalífera
	Cadena Olivícola
	Cadena Frutícola:Nuez del Nogal
	Cadena ganadera caprina
	Cadena ganadera bovina
	Cadena Vitivinícola
	Cadena de Energías Renovables
Tucumán	Cadena Azucarera
	Cadena Citrícola
	Cadena automotriz-autopartista
	Cadena de oleaginosas
	Cadena de cereales
	Cadena de turismo
	Cadena de tabaco
	Cadena de arándanos
Santiago del Estero	Cadena Textilalgodonera
	Cadena Oleaginosa
	Cadena Cerealera
	Cadena Caprina
	Cadena de Carne bovina
	Cadena Forestal
	Cadena de Turismo

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Jujuy	Cadena Tabacalera
	Cadena Azucarera
	Cadena de la Industria de metales básicos: hierro y acero
	Cadena minera metalífera
	Cadena Hortícola
	Cadena Turismo
	Cadena de Energías Renovables

Fuente: Elaboración propia a partir de Informes y datos productivos provinciales

Salta conforma junto con Jujuy, Catamarca, Tucumán y Santiago del Estero el Corredor Central del Norte, eje de encadenamientos de atractivos de alto valor patrimonial que abarcan desde La Quiaca hasta Santiago del Estero. De todas las provincias mencionadas, la provincia de Salta en los últimos años presentó un gran crecimiento del sector turismo. En el Informe productivo de la provincia de Salta (Informes y datos productivos provinciales, 2018) se señala que el Producto Bruto Geográfico (PBG) de la provincia, en términos de participación en el total del país, representa el 1,56%, el segundo más elevado del NOA. La cadena de Valor turística abarca los servicios de alojamiento, agencias de turismo, transporte, actividades promovidas y actividades conexas (artesanías, gastronomía, etc.), que conjuntamente con los recursos naturales conforman la oferta turística de la provincia.
Dentro de la oferta de servicios se destaca:
*Transporte: la conexión se da a través del transporte terrestre (automóviles particulares y ómnibus), ferroviario y aéreo. Posee dos aeropuertos, uno internacional, Martín Miguel de Güemes, localizado en el centro de la provincia, a unos 12 kilómetros de la Ciudad; y otro de cabotaje, Gral. Enrique Mosconi, ubicado en la Ciudad de Tartagal. Los principales operadores aéreos son Aerolíneas Argentinas, Andes, BOA y LATAM.
*Establecimientos hoteleros y parahoteleros: la oferta de alojamiento para el 2014 (último dato disponible) era de 147 establecimientos hoteleros y 272 parahoteleros y otros colectivos, con un total de 17.051 plazas que se concentran en un 68% en la Ciudad de Salta.
* Agencias oficiales de turismo: según registros del Ministerio de Turismo de la Nación, se registran 158 agencias autorizadas. Las mismas se encuentran fundamentalmente en la capital provincial (86,7%), seguidas de Cafayate (3,2%) y Villa San Lorenzo (2,5%).
* Actividades promovidas: la oferta de actividades es muy diversa y exhibe el nivel de desarrollo de la cadena en la provincia. La misma se segmenta en: turismo aventura (rafting, bungee jumping en el Dique Cabra Corral, canopy, cabalgatas, travesías 4x4, montañismo y trekking de altura, senderismo y caminatas); ecoturismo (áreas naturales protegidas, observación de aves, naturaleza); turismo de costumbres y tradiciones (homenaje a la Pachamama, carnaval salteño, la guardia a las estrellas -homenaje al gaucho salteño-, fiesta en honor al Señor y la Virgen del Milagro); turismo cultural (gastronomía, peñas, museos, Qhapaq Ñan); turismo productivo (la ruta del vino); turismo relax (termas Rosario de la Frontera); y turismo de convenciones (reuniones empresariales y eventos)
La provincia de Salta acoge a turistas nacionales e internacionales cuyos principales atractivos son de índole religiosa, paisajísticos y gastronómicos. De acuerdo a datos nacionales y provinciales se puede observar un creciente incremento en el sector hotelero, gastronómico y de distintos sectores del turismo. En la Tabla 2, se muestra el crecimiento de locales gastronómicos y hotelería registrados durante el periodo 2011-2015 en la provincia de Salta (Dirección General de Estadísticas de Salta, 2017)

Tabla 2: Crecimiento de la Cantidad de Hotelerías y restaurantes en la provincia de Salta

Año	Hotelería y restaurantes
2011	657
2012	680
2013	699
2014	700
2015	752

Fuente: Elaboración propia a partir del Anuario Año 2016 - avance 2017 de la Dirección General de Estadísticas de la provincia de Salta

El sector gastronómico funciona en la actualidad de forma desarticulada, y no llega a satisfacer los requerimientos de clientes en cuanto a precio, calidad, requerimientos específicos. La provincia de Salta se caracteriza por su aservo cultural, y por

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

el regionalismo (La caída de las ventas de junio en salta cuadriplicó a la media nacional, 2018; Balcarce: Comerciantes afirman que se vende menos desde que no hay boliches, 2018). Las comidas regionales han logrado cierto posicionamiento, y requieren ciertos niveles de calidad en cuanto a insumos, producción y servicios.

Se plantea una Cadena de Valor de un Centro gastronómico característico de la provincia de Salta, según puede verse en la Figura 1.
El modelo de Cooperación sugiere 5 etapas que deberían darse:
1°) Decisión de cooperar, y posibles socios de la Cadena de Valor
2°) Las búsquedas de socios se realiza con el objetivo de maximizar los beneficios de cada uno de los actores y de la Cadena en su conjunto.

Pueden identificarse los actores que intervienen en la Cadena de Valor gastronómica:
Proveedores

- Productores primarios: agropecuarios, ganaderos(incluyendo pequeños, medianos y grandes productores)
- Proveedores industriales(panadería, lavandería, otros insumos)
- Supermercados minoristas y mayoristas
- Mano de obra: administradores, mozos, cocineros, chefs, personal de limpieza

Clientes

- Turistas provinciales y nacionales
- Hoteles y empresas de turismos a través de convenios

Otros actores

- Escuelas de Cocina y Universidades

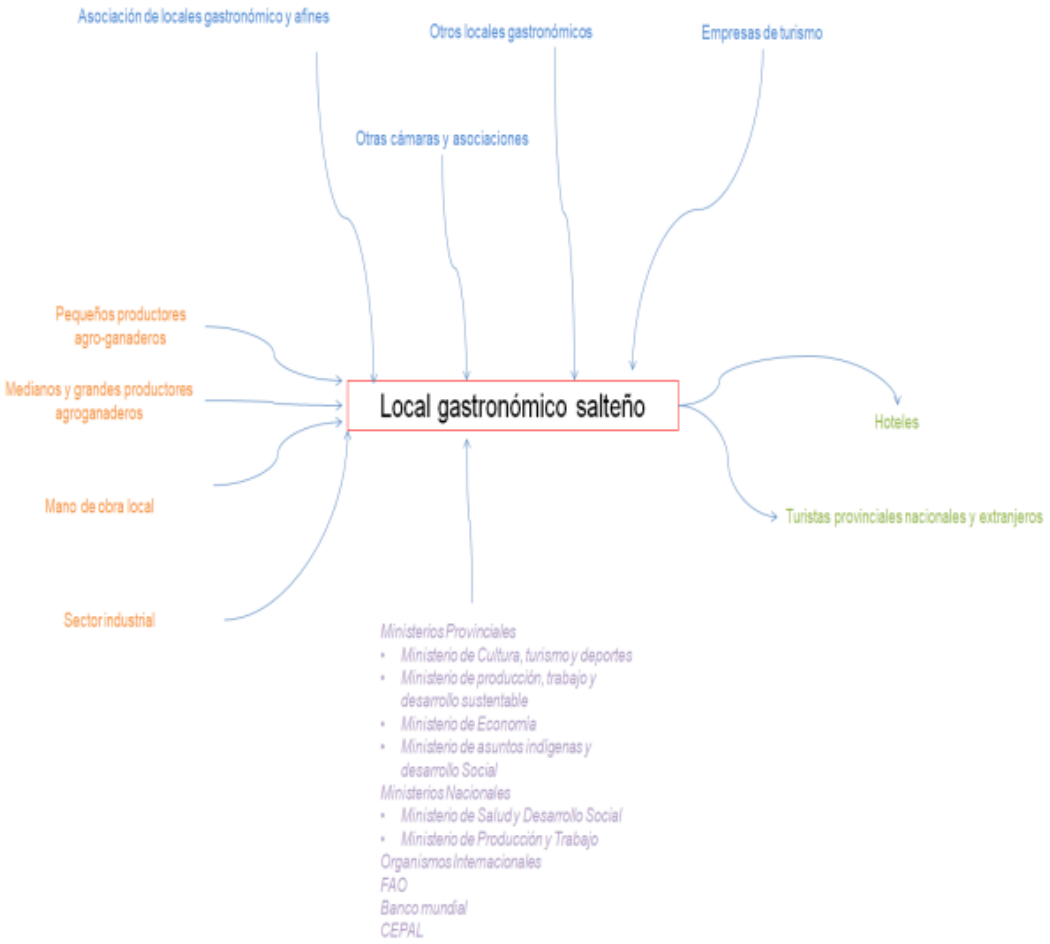


Figura 1 Cadena de valor de una PyMEs dedicada al sector gastronómico en la provincia de Salta.
Fuente: elaboración propia

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

- Organismos del gobierno, y otras instituciones que brindan apoyo a la organización central como ser municipios, gobierno provincial, nacional, ONGs
- Empresas de publicidad

De todos los actores identificados, el eslabón que se encuentra más aislado es el sector primario, y hace referencia a los productos pequeños y medianos agroganaderos de las diferentes regiones de la provincia de Salta. Es conveniente articular a través del Estado convenios entre el sector, y el de gastronómicos. Otros actores que deben tenerse en consideración son los industriales de la región. Con esta estrategia competitiva se disminuye los costos logísticos, siempre y cuando se establezcan convenios duraderos en el tiempo.

Por otra parte, las escuelas de cocina y universidades son grandes proveedoras de mano de obra calificada para diseñar menúes tradicionales y de calidad.

La mayoría de los locales gastronómicos funcionan de forma aislada. Es importante generar vínculos con hoteles o con empresas de turismo que permita definir una cartera de clientes fidedigna a lo largo del año. En este caso ambos saldrían beneficiados.

A pesar de ofrecer una serie de ventajas, debería darse un escenario de cooperación entre los actores de la cadena, que requiere la intervención del Estado para mediar entre los vínculos y relaciones entre los sectores.

Los otros pasos correspondientes al establecimiento de vínculos de cooperación son 4ª. Mantenimiento y evolución de la relación, y 5ª. Finalización del acuerdo. Es así que la situación económica actual conlleva a que las organizaciones que se encuentren abocadas a este tipo de servicio cooperen entre sí para resolver algunos puntos. Entre ellos se pueden mencionar:

- La disminución de costos y optimización del rendimiento
- Articulación de los eslabones
- Cumplimiento de los plazos de aprovisionamiento, de producción y servicio, y de los requerimientos de los clientes, con respecto a la calidad de productos y servicios

El planteo de la Cadena de Valor, permite la coordinación de diversos eslabones que se encuentran excluidos, como los son principalmente los primarios. De acuerdo a lo planteado por la teoría de la cooperación lo conveniente es promover alianzas entre los actores de los diferentes eslabones de la Cadena de Valor, con el objeto de alcanzar mejoras en el rendimiento. Todo lo propuesto debe darse en un marco proporcionado por los organismos públicos que faciliten la articulación entre los eslabones, que permitan la reactivación de los sectores productivos y de servicios, y con ello promover al mejoramiento de las economías regionales.

5 RESULTADOS

En base al análisis realizado se recomienda adoptar el modelo colaborativo, ya que ofrece las siguientes ventajas competitivas:

- Trabajar en conjunto y en forma colaborativa permite alcanzar objetivos y metas comunes
- Elaborar una estrategia común conduce a mejoras en el rendimiento de una Cadena de Valor.
- Las mejoras se deberían medir en función de indicadores a lo largo de la Cadena, como así también en cada uno de los eslabones.

6 CONCLUSIONES

El sustento teórico dado por las Cadenas de Valor permite relevar información sustancial que contribuye a afrontar problemas reales de las Pequeñas y Medianas del NOA. El análisis de casos de una Cadena de Valor real permite visualizar que la coordinación y cooperación de diferentes eslabones de la Cadena de Valor permite mejoras en el rendimiento de la misma.

En base a esta ejemplificación, se puede concluir que:

- Se requieren cambios estructurales donde la Cadena de Valor de las PyMES juegan un papel estratégico
- los clientes evalúan la calidad del producto, el valor agregado y su disponibilidad en tiempo y forma, de ahí la necesidad de eficientizar los procesos.
- Las cadenas de valor contribuyen a los negocios individuales para alcanzar las metas que ellos no podrían alcanzar de forma individual.

Este marco requiere el compromiso de todos los participantes en el control de los factores que afectan la calidad y consistencia del producto, inclusive la coordinación en los diferentes eslabones (producción, procesamiento, distribución y comercialización).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Finalmente se concluye que las ventajas que ofrece la cooperación en las organizaciones representa uno de los instrumentos para la mejora del rendimiento de las PyMES, ya que pueden reactivar diferentes sectores primarios, industriales y de servicios. Este mismo análisis puede ser replicable a otras cadenas de Valor de la región, bajo ciertos escenarios y particularidades de cada sector económico.

7 REFERENCIAS

La caída de las ventas de Junio en Salta cuadriplicó a la media nacional. La Gaceta Salta. Disponible en: https://www.lagacetasalta.com.ar/nota/108043/actualidad/caida-ventas-junio-salta-cuadriplico-media-nacional.html [Accesado el día 08 de agosto de 2018]

Balcarce: Comerciantes afirman que se vende menos desde que no hay boliches. El Tribuno. Disponible en: https://www.eltribuno.com/salta/nota/2018-2-12-0-0-0-balcarce-afirman-que-se-vende-menos-desde-que-no-hay-boliches[Accesado el día 08 de agosto de 2018]

Dirección General de Estadísticas de Salta. *Anuario estadístico provincia de Salta año 2016 - avance 2017.* Dirección General de Estadísticas Salta (Gobierno de la Provincia de Salta), Salta, 2017.

Gary Gereffi, John Humphrey & Timothy Sturgeon. *The governance of global value chains.* Review of International Political Economy, 12:1, 78-104.2005

Industria manufacturera 2008 .Observatorio PyMES regional. Salta.Disponible en: http://www.pymeregionales.org.ar/salta/files/pub_2009_01.pdf [Accesado el día 08 de agosto de 2018]

Industria manufacturera 2011 .Observatorio PyMES regional. Salta. Disponible en: http://www.pymeregionales.org.ar/salta/files/pub_2009_01.pdf [Accesado el día 08 de agosto de 2018]

Informes productivos Informes y Datos Productivos Provinciales. Ministerio de Hacienda. Buenos Aires. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/hacienda/politicaeconomica/microeconomica/productivosprovinciales [Accesado el día 08 de agosto de 2018]

Kaplinsky, Raphael; Morris, Mike and Readman, Jeff. *The Globalization of Product Markets and Immiserizing Growth: Lessons from the South African Furniture Industry*. World Development, 30(7): 1159-1177.2002

Lagemann, L. *Fatores que influenciam a performance de redes de pequenas e médias empresas.* Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil. 133 p. 2004

Michalus, J.C.. *Modelo alternativo de cooperación flexible de Pymes orientado al desarrollo local de municipios y micro-regiones. Factibilidad Apicación en la provincia de Misiones Argentina.* Tesis en Opción al Grado Científico Dr. En Ciencias Técnicas St. Clara Univ. Cent. Marta Abreu Las Villas.Cuba. 2011

Padilla, R., *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política Industrial: Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica*. Naciones Unidas. Chile. 2014.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Cinética del secado de papas con energía solar

García, Víctor O.[1,2]; Iriarte Adolfo A.[1,2] y Bistoni Silvia N.[1,2]

Grupo de Energías Renovables Catamarca GERCa, victorgarcia958@gmail.com.
(2) Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Catamarca.

RESUMEN: Se presenta el análisis de la cinética del secado de papas utilizando un secadero solar indirecto, con el objetivo de estudiar el comportamiento de un sistema solar con circulación forzada para el deshidratado de productos agrícolas. El secadero está formado por un colector solar y una cámara donde se coloca el producto. El colector tiene una cobertura de policarbonato de 7.5 m^2, sus laterales y base están construidos con placas de cemento, denominadas Superboard, aisladas con fibra de vidrio. En su interior tiene una chapa acanalada pintada de negro. El aire del exterior entra por el extremo inferior abierto del colector y se calienta cuando pasa por encima de la chapa. La cámara construida con Superboard, tiene una cubierta de policarbonato y una puerta de ingreso en la parte posterior. En el interior se pusieron bandejas apiladas donde se colocaron las papas cortadas en bastones. El aire caliente fluye a través del producto impulsado por dos ventiladores de 0,45 kW, colocados debajo de las bandejas. A fin de evitar el pardeamiento el producto fue tratado con una mezcla de metabisulfito y sal. Se grafican y analizan las curvas experimentales y ajustadas mediante modelos estadísticos, obteniéndose resultados satisfactorios.

ABSTRACT: The analysis of the kinetics of the drying of potatoes using an indirect solar dryer is presented, with the aim of studying the behavior of a solar system with forced circulation for the dehydration of agricultural products. The dryer is formed by a solar collector and a chamber where the product is placed. The collector has a polycarbonate covering of 7.5 m^2, its sides and base are built with cement plates, called Superboard, insulated with fiberglass. Inside it has a corrugated sheet painted black. The outside air enters through the lower open end of the collector and heats up when it passes over the sheet metal. The camera built with Superboard, has a polycarbonate cover and an entrance door in the back. Inside, stacked trays were placed where the cut potatoes were placed on sticks. Hot air flows through the product driven by two 0.45 kW fans, placed under the trays. In order to avoid browning the product was treated with a mixture of metabisulfite and salt. The experimental and adjusted curves are graphed and analyzed by means of statistical models, obtaining satisfactory results

Palabras claves: Secadero solar, cinética de secado

Keywords: Solar dryer, drying kinetics

1 INTRODUCCIÓN

El productor agrícola está constantemente confrontado con el desafío de mejorar la calidad y cantidad del producto. De hecho, esto no puede hacerse sin la inversión en métodos y herramientas que conducen al aumento de los costos, de consumo de energía, y producción.

El almacenamiento y la conservación es una de las principales etapas en el proceso de producción. Sin embargo, durante esta operación el deterioro del producto es considerable.

El secado, es uno de los métodos más antiguos de conservación de alimentos y representa un aspecto muy importante de la elaboración de alimentos. Existe en la actualidad numerosa bibliografía especializada en relación al proceso de deshidratado de productos agrícolas con fines de conservación limitantes y problemas asociados.

El secado al sol, en el suelo o canchones, es el método tradicional más común utilizado para preservar los productos agrícolas en las regiones productivas de la Provincia de Catamarca. Con este tipo de secado, se puede obtener ahorros considerables ya que la fuente de energía es libre y renovable.

Sin embargo, esta técnica es extremadamente dependiente del tiempo, con problemas de contaminación con polvo, tierra, partículas de arena y ataque microbiano, con pérdidas de producto de alrededor del 50%. Además, el tiempo de secado requerido para un producto dado puede ser muy largo (más de un mes para el secado de uvas para pasas, por ejemplo).

Además, la ganancia obtenida de los productos deshidratados no es la anhelada, debido a que la deshidratación, la calidad y la conservación es deficiente siendo difícil la obtención de precios aceptables en la comercialización. La mejora en la tecnología de secado podría resolver una parte importante de estos problemas, más aun si se emplea tecnología solar de bajo costo, lo que permitiría obtener mayor rentabilidad y mejorar la calidad.

Con el objeto de optimizar la calidad del producto final y reducir el tiempo de secado se propusieron otros sistemas mejorados, con la colocación de cubiertas y elevados del piso constituyendo los conocidos tendaleros, que fueron incorporándose paulatinamente para evitar el brusco cambio de costumbre de los agricultores, (Carabajal, 2002, Iriarte, et al. 2012, Iriarte, et al. 2013)

Bala y Woods (1989), Jairay et al (2009), Iriarte et al (2010), propusieron distintos secaderos solares pasivos construidos a nivel local sin el empleo de energía eléctrica. Estos modelos si bien cumplen con el objetivo para el secado de productos agrícola, dependen de las condiciones climáticas, por cuanto requieren de ella para utilizar un flujo adecuado de temperatura según el día este nublado o despejado. Estas situaciones hacen que el sistema se comporte de manera fluctuante lo que condiciona los días y calidad de secado, (Bala y Woods 1994, Duran y Condori 2009, Iriarte et al 2011).

Hoy en día, los avances científicos y tecnológicos facilitan el secado en cantidades industriales o semi-industriales en poco tiempo, con buenas características organolépticas (olor, sabor, textura y color) y calidad nutricional. Tiris, Tiris, y Dincer (1996), han realizado una comparación experimental de un secador solar a pequeña escala y un secador artificial. Para este último, el aire se calienta con un colector solar y a continuación un calentador eléctrico. Se encontró que el secado artificial es más exitoso que el secado al sol natural, reduciendo el tiempo de secado de manera significativa, siendo el producto final de mejor calidad. Otros investigadores (Karathanos y Belessiotis 1997), utilizaron para el secado un quemador que funciona con gas propano. Si bien la comparación entre el secado solar y el artificial demuestran la reducción considerable en el tiempo de secado en favor del último, presenta la desventaja de la importante cantidad de energía requerida.

El propósito del presente trabajo fue estudiar el comportamiento del sistema con circulación forzada, durante el secado de papas cortadas en bastones. Se describe su construcción y materiales utilizados y los resultados experimentales. Se muestran la temperatura, la humedad relativa interior y exterior y la radiación exterior, las curvas de secado en función del tiempo.

2 MATERIALES Y METODO

2.1 Descripción del secadero solar

En la figura 1 se muestra un esquema del prototipo propuesto que consiste en: a) Un colector solar, y b) una cámara de secado. El mismo ha sido diseñado, construido y ensayado en el predio de la Estación Experimental del INTA, en Sumalao,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Valle Viejo Catamarca, (latitud -28,48, longitud -65,63).

El colector utilizado es una estructura de 7,5 m^2 (2,5m x 3,00 m) de 0,25 m de alto, sus laterales y base están realizados con placas de cemento, denominado Superboard, de 0,006 m de espesor y una conductividad térmica de 0,6 W/m.K. Las características más importantes son: fácil manipulación y trabajo, resistente a la intemperie y a la humedad, inmunidad a hongos y termitas y su aplicación es sencilla requiriendo herramientas simples y portátiles. En su interior se ha colocado una chapa acanalada pintada de negro para absorber la radiación solar y para almacenar la energía térmica. A fin de reducir la pérdida de calor del colector el mismo se encuentra aislado con fibra de vidrio. El aire del exterior entra por el extremo inferior abierto del colector y se calienta mientras pasa por encima de la chapa.

La cámara de secado de 7 m^3, se encuentra elevada 0,80 m del suelo, sus paredes están construidas en su totalidad con Superboard, en el techo inclinado se colocó policarbonato alveolar transparente de 0,006 m de espesor, a través de él, el producto recibe radiación solar. El piso es madera de 0,025 m de espesor. En la pared sur, se encuentra la puerta de ingreso de 1,70 m x 0,60 m y una chimenea en la parte superior de 0,10 m x 2,90 m para evacuar el aire húmedo.

En la figura 2, se muestra el sistema de secado.

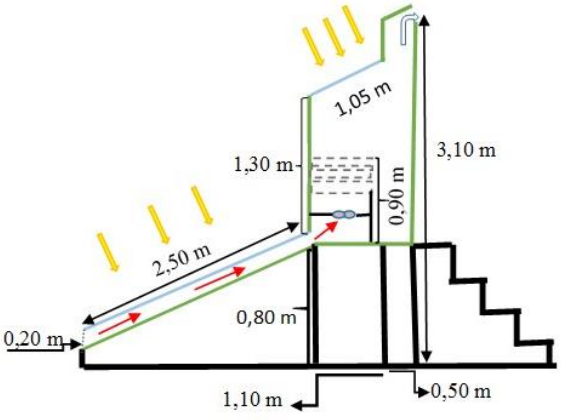


Figura 1. Corte del sistema colector – Cámara de secado

En el interior de la cámara, se construyeron dos estructuras de madera de 0,60 m de alto para colocar bandejas de 1 m x 0,10 m de alto, construidas de red alambres con marcos de hierro, insertadas una sobre otra. En cada estructura se colocan tres bandejas. El aire caliente que proviene del colector es impulsado a través del producto, por dos ventiladores tipo extractores de 0,45 kW colocados debajo de cada columna de bandejas. La carga y descarga de los productos se realiza en el interior del recinto.



Figura 2. Cámara de secado con colector solar

2.2 Sistema de medición

Las mediciones de temperatura y humedad se realizaron con Data Logger tipo HOBOS U12 individuales que permiten medir temperaturas en el rango de -40 °C a 75 °C (precisión de ± 0,5°C, resolución de 0,02 °C) y humedad relativa del aire entre 10 - 90 % (precisión de ±1 %, resolución de 0,1 %). Estos sensores se ubicaron protegidos de la radiación solar directa, a la salida del aire del colector, a la altura de bandeja, y en la salida del aire de la chimenea. Los registros fueron cada 15 minutos durante el proceso de secado.

La radiación solar se midió con un piranómetro horizontal Kipp&Zonen (±5 %). Las variables meteorológicas se determinaron con la estación meteorológica instalada en el lugar de la experiencia.

La velocidad del aire en el interior de la cámara, se midió con un anemómetro de hilo caliente, marca TSI 1650 (± 0,05 m s^{-1}), en diferentes puntos en dirección transversal a lo largo del colector y secadero. Las muestras testigos se pesaron con una balanza electrónica (Mettler ± 0,1 g). El producto fue pesado al inicio y final de la experiencia con una balanza de plato (±1 g).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

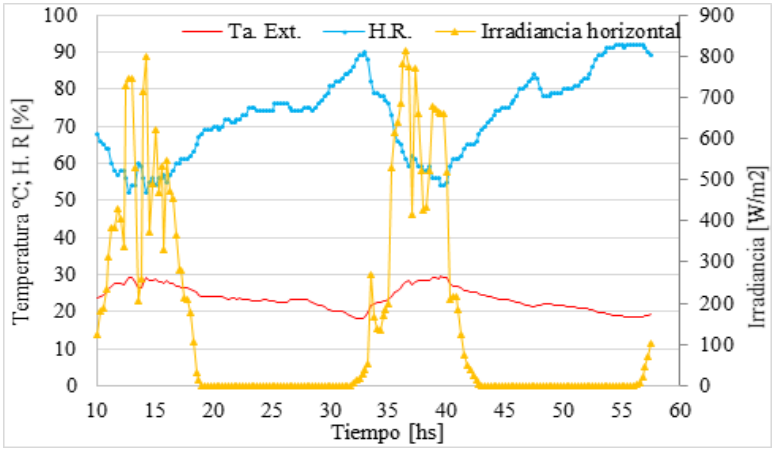


Figura 3. Temperatura, humedad relativa exterior y radiación horizontal en función del tiempo.

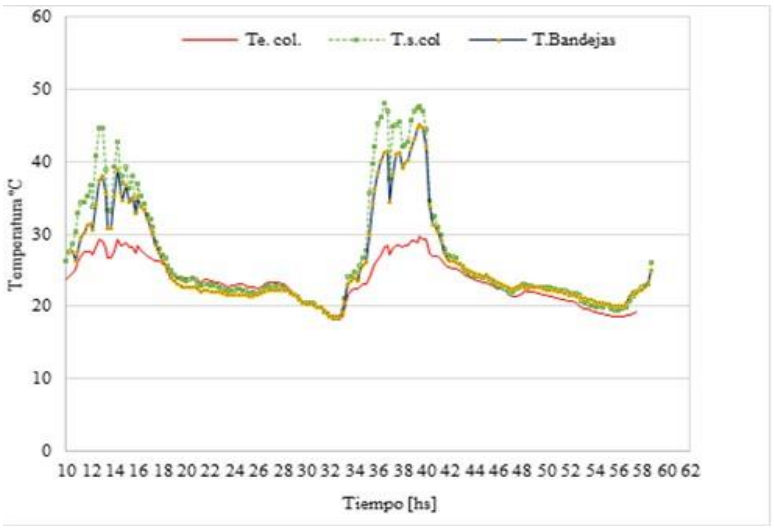


Figura 4. Temperatura entrada y salida del colector y bandejas con productos.

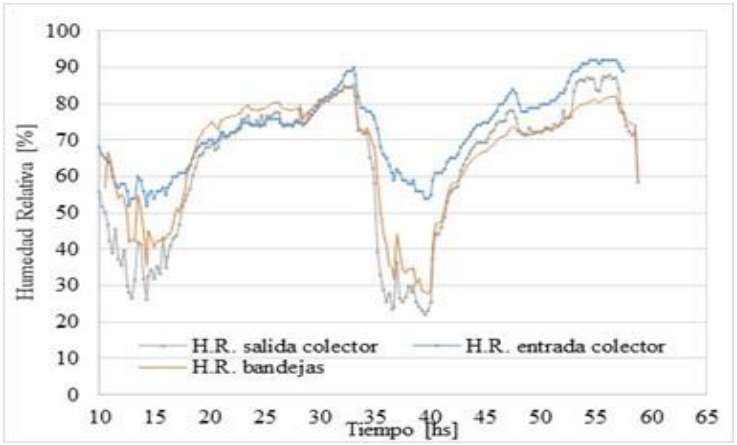


Figura 5. Humedad Relativa en la entrada y salida del colector y bandejas con producto.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2.3 Cinética de secado

Se cargo 36 kg de papa cortadas en bastones tratadas con metabisulfito de sodio. Se colocó el producto cubriendo toda la superficie de las bandejas en una sola capa. El seguimiento del secado se realizó a través de los parámetros de secado en 2 muestras de aproximadamente 50 g cada

3 ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los ensayos con la cámara cargada con papa fueron realizados durante los días 28 al 30 de abril del 2016, en la figura 3, se muestran los datos climáticos temperatura, humedad relativa y la irradiación sobre superficie horizontal. Se observa que fueron días con mucha nubosidad y por consiguiente los valores de radiación fueron muy cambiantes entre los 200 y 800 Watt/m^2, la temperatura ambiente exterior (Ta,Ext) medida, fue una mínima de 19 °C y una máxima de 30 °C, con humedades de entre de 55 y 93 %.

3.1 Colector y cámara de secado

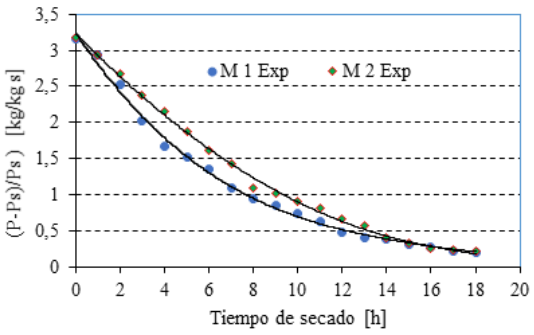
En la figura 4 se muestra la variación de las temperaturas del aire a la entrada (Te.col), salida del colector (Ts.col), zona media de la bandeja superior de productos para secado (Tbandeja).
La temperatura del aire a la entrada al colector, coincidente con la temperatura del aire ambiente exterior, se mantiene a partir de las 10,30 hs y hasta las 20 hs por encima de 24 °C (Te,col = Ta,Ext) y obtiene su valor máximo de aproximadamente 30 °C, entre las 12 y 16 hs. Entre las 12 y 16 hs la temperatura del aire a la salida del colector es mayor a 35 °C, con un máximo a las 13 hs de 45 °C para el primer día y de 48 °C a las 16 hs para el segundo día. Los valores promedios de temperatura en esos intervalos fueron de 37 y 44 ° C respectivamente. Por otro lado, la temperatura del aire en la bandeja superior con producto, para el mismo intervalo, fue de mayor que 35 °C, con un valor máximo de 45 °C a las 15 hs y con un valor promedio de 40 °C.
En la Fig. 5, se muestran las variaciones de la humedad relativa del aire a la entrada y salida del colector, y la humedad relativa a la salida de la zona de secado en la bandeja superior. La humedad del aire a la entrada del colector que coincide con la exterior durante las horas de secado, estuvo comprendida con máximas de 92 % y 52 % como valor mínimo. El promedio durante el periodo comprendido entre las 12 hs y 20 hs fue de 60 %. La humedad mínima del aire a la salida del colector fue 22 %, para el último día de secado, mientras que a la salida del sector de secado fue de 27 %.

En la figura. 6 se grafica el contenido de humedad (Mh), expresado en kg kg^{-1} referido a base seca (bs), en función del tiempo para las dos muestra seleccionada. El contenido de humedad inicial de las muestras de papa M1 fue de 3,34 kg kg^{-1} (bs) y M2 de 3,19 kg kg^{-1} (bs). Después de 18 horas de secado efectivo, sin contar el periodo nocturno, las muestras llegan a un contenido de humedad: M1 a 0,18 kg kg^{-1} (bs), M2 a 0,22 kg kg^{-1} (bs), lo que significa pérdidas de 68,5 %, 89,9 %, 80 % y 78% respectivamente.
La relación entre el contenido y el tiempo para cada muestra, ajustada por mínimos cuadrados, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1: Relación entre contenido de humedad y el tiempo de secado

$[(P-Ps)/Ps]_1 = -0{,}0005\ t^3 + 0.0256\ t^2 - 0.4567\ t + 3.2415$ $R^2 = 0.9961$	[1]
$[(P-Ps)/Ps]_2 = -2E\text{-}06\ t^3 + 0.0082\ t^2 - 0.316\ t + 3.2356$ $R^2 = 0.9974$	[2]

También se determinó la relación que existe entre la velocidad de secado y el contenido de humedad del producto durante el secado. En las figuras 7 y 8 se muestran la velocidad de secado de las muestras en función del contenido de humedad y del tiempo respectivamente de la experiencia realizada en la cámara. En ellas se observan el comportamiento del contenido de humedad, y la reducción logarítmica con la disminución del contenido de humedad.



ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Figura 6. Contenido de humedad de las dos muestras de papa.

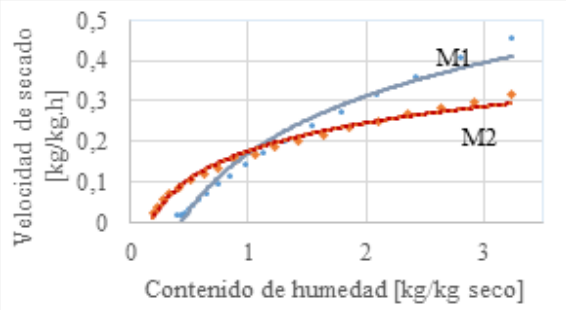


Figura 7. Velocidad de secado en función del contenido de humedad.

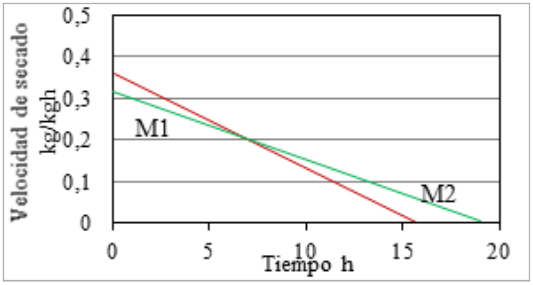


Figura 8. Velocidad de secado en función del tiempo

Las ecuaciones que se muestran en la tabla 2, son el resultado del ajuste de las curvas de velocidad de secado en función del contenido de humedad (Mh), obtenidas al derivar las curvas de secado y ajustarlas por mínimos cuadrados.
En las figuras 9 y 10, se muestran las bandejas con papa fresca y luego deshidratada.

Tabla N° 2. Ecuaciones de la velocidad de secado en función del contenido de humedad y el tiempo

$Vs_1[kg/kg_{(bs)}kg] = 0{,}0727\ln(Mh_1) + 0{,}1697 \quad R^2 = 0{,}9806$
$Vs_2[kg/kg_{(bs)}kg] = 0{,}1001\ln(Mh_2) + 0{,}1766 \quad R^2 = 0{,}986$



Figura 9. Carga de papa fresca



Figura 10. Carga de papa deshidratada

4 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en estos estudios preliminares han demostrado la viabilidad del uso del colector solar forzado con cámara de secado. Este tipo de secador solar ofrece las ventajas de velocidad de secado más rápido, de fácil construcción, requiere muy poco mantenimiento. También, el producto tiene muy buena protección de las condiciones climáticas tanto de viento y lluvia.
Los niveles de temperatura alcanzados por el colector permiten obtener temperatura de aire en el interior de la cámara óptima para reducir considerablemente el tiempo de secado de diferentes productos.

5 REFERENCIAS

Bala B. y Woods J. (1989). Simulation and Optimization of natural convection solar drier. Journal of Agricultural Engineering.27, 419-424.

Bala B. y Woods, J.L. (1994). Simulation of the indirect natural convection solar drying of rough rice. Solar Energy 53 (3), 259–266.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Carabajal D. (2002). Secadero tendalero con cubierta plástica. Folletos de divulgación de INTA Catamarca.

Duran G. y M. Condori (2009). Modelo y simulación de un secador solar pasivo de producción semi industrial. Avances en Energías, 121 – 129. Renovables y Medio Ambiente. Vol. 13.

Iriarte A., Bistoni S., García V. y Luque V. (2013) .Evaluación de un secadero solar tendalero túnel: estudio de secado de manzanas. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 17, 21-28.

Iriarte A., Bistoni S., Luque V., Garcia V., Rodríguez C. y Brizuela L. (2012). Caracterización del secado de pimiento para pimentón en un tendalero solar activo tipo túnel. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 16, 895-899.

Iriarte A., Bistoni S., Luque V., Lara M. y Brizuela L. (2010). Secadero tendalero con chimenea solar. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 14, 2.01- 2.08.

Iriarte A., Rodríguez C., Bistoni S., Hall M. (2014). Simulación de un secadero solar tendalero túnel. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.18, 825 – 834.

Iriarte A., S. Bistoni, M. Watkins, V. Luque, H. Sánchez y L. Brizuela. (2011). Análisis de un secadero solar tendalero con torre central en convección natural. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol.15, 225 - 232.

Jairaj K., Singh S. and Srikant K. (2009). A review of solar dryers developed for grape drying, Solar Energy 83, 1698-1712.

Karathanos, V. T., & Belessiotis, V. G. (1997). Sun and artificial air-drying kinetics of some agriculture products. Journal of Food Engineering, 31, 35–46.

Tiris, C., Tiris, M., & Dincer, I. (1996). Experiments on a new smallscale solar dryer. Applied Thermal Engineering, 16(2), 183–187

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Modelos geopotenciales globales en el análisis isostático de estructuras

Infante, Claudia L.[1]; Galván, Lucrecia[1]; Duro, Javier A.[1]; Llanos, Melina[2] y Orieta, Jorge[2]

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. cinfante@unse.edu.ar /claudia.nfnt@gmail.com
(2) Estudiantes de Ingeniería en Agrimensura. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

RESUMEN: Las misiones satelitales gravimétricas (CHAMP, GRACE, y GOCE) han proporcionado series de datos continuos y homogéneos en la Tierra, que permiten evaluar los cambios en la distribución de masas terrestres. La presencia de masas anómalas en la corteza perturba y ondula la superficie equipotencial del geoide. En este trabajo se ha utilizado la información de las ondulaciones del geoide, representadas a partir de modelos geopotenciales modernos, para analizar las características corticales de la estructura de las Sierras de Sumampa y Ambargasta en la provincia de Santiago del Estero, que se asumen a priori, en equilibrio isostático. Las ondulaciones del geoide son convenientemente filtradas para poner en evidencia la estructura, a partir de la ondulación residual obtenida de los modelos geopotenciales globales EGM2008 y EIGEN 6C4. En una situación de equilibrio, esta ondulación residual es asemejada al geoide isostático calculado utilizando parámetros de corteza extraídos de modelos globales como GEMMA (GOCE Exploitation for Moho Modeling and Applications) y CRUST 1.0. Las diferencias entre el geoide residual y el geoide isostático muestran que las características corticales de la estructura son apropiadas.

ABSTRACT: The gravimetric satellite missions (CHAMP, GRACE, and GOCE) have provided continuous and homogeneous data series on Earth, which allow to evaluate the changes in the distribution of terrestrial masses. The presence of anomalous masses in the crust disturbs and undulates the equipotential surface of the geoid. In this work we have used the information of the geoid's undulations, represented from modern geopotential models, to analyze the cortical characteristics of the structure of the Sumampa and Ambargasta Hills in the province of Santiago del Estero, which are assumed a priori, in the isostatic equilibrium. The undulations of the geoid are conveniently filtered to reveal the structure, from the residual ripple obtained from the globals geopotentials models EGM2008 and EIGEN 6C4. In an equilibrium situation, this residual ripple is similar to the isostatic geoid calculated using bark parameters extracted from global models such as GEMMA (GOCE Exploitation for Moho Modeling and Applications) and CRUST 1.0. The differences between the residual geoid and the isostatic geoid show that the cortical characteristics of the structure are appropriate.

Palabras claves: Isostasia, Ondulación Geoide, Sumampa, Ambargasta

Keywords: Isostasy, Geoid Undulation, Sumampa, Ambargasta

1 INTRODUCCION

Las observaciones satelitales proporcionan series de datos continuos y homogéneos que permiten evaluar desde una perspectiva global, los cambios en la distribución de masas que se producen en la Tierra, modificando su campo de gravedad. En los últimos años estas variaciones han sido monitoreadas por misiones satelitales gravimétricas tales como CHAMP (Challenging Minisatellite Payload), GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment), y GOCE (Gravity Field and Steady State Ocean Circulation Explorer). Estas misiones satelitales gravimétricas han propiciado el desarrollo de una nueva generación de modelos geopotenciales con soluciones en términos de armónicos esféricos de alto grado y orden, y errores de comisión bajos. En consecuencia, se disponen de modelos geopotenciales de mayor resolución espacial y mejor precisión.

Los modelos geopotenciales brindan información del campo gravitacional terrestre global y pueden representarse como una descomposición espectral en longitudes de onda que permite analizar anomalías de masa a diferentes profundidades. La presencia de masas anómalas perturba y ondula la superficie equipotencial del geoide. Es posible detectar estructuras geológicas en la corteza mediante el filtrado de la ondulación del geoide, eliminando la componente de larga longitud de onda.

Las características corticales de estructuras geológicas en equilibrio isostático pueden ser inferidas a partir de la interpretación de desviaciones del geoide respecto del elipsoide de referencia (Haxby y Turcotte, 1978). La información contenida en las ondulaciones de un geoide residual representadas a partir de modelos geopotenciales modernos, se utilizan para analizar las características corticales de estructuras. Asimismo, se disponen de modelos globales de corteza tales como GEMMA (GOCE Exploitation for Moho Modeling and Applications) (Sampietro, et al., 2013) y CRUST 1.0 (Laske, et al., 2013) que proporcionan parámetros de corteza globales que facilitan estos análisis cuando no se disponen de datos locales.

1.1 Ondulación del Geoide Isostático

De acuerdo al modelo de compensación isostático de Airy una estructura de referencia, con una corteza normal de espesor t, (Figura 1), densidad de la corteza ρ_c, y densidad del manto ρ_m; una estructura de altura H será compensada por la presencia de raíces de espesor r, tal que:

$$r = \frac{\rho_c H}{\rho_m - \rho_c} \quad (1)$$

Se puede demostrar que el potencial perturbador isostático T_{isost} producido por la masa topográfica de una estructura de altura H y raíz r (Haxby y Turcotte, 1978; Fowler, 2005), producirá una ondulación del geoide N, que de acuerdo a la fórmula de Bruns (Heiskanen y Moritz, 1967) se puede determinar como:

$$N_{isost} = \frac{\pi G \rho_c H}{\gamma}\left[2t + \frac{\rho_m}{\rho_m - \rho_c} H\right] \quad (2)$$

Donde G es la contante de Gravitación Universal con un valor de 6.67 x 10^{-8} cm^3 g^{-1} seg^{-2}, ρ_c y ρ_m son las densidades de la corteza y manto superior respectivamente, t el espesor de la corteza de referencia, H la altura de la estructura y γ la gravedad normal en el punto de cálculo.

La ecuación (2) resuelve la ondulación isostática N_{isost} para una estructura compensada (Haxby y Turcotte, 1978; Fowler, 2005) en términos de una función que depende únicamente de la altura de la estructura en estudio, establecidas las densidades y espesor cortical normal que serán asumidos como valores fijos.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

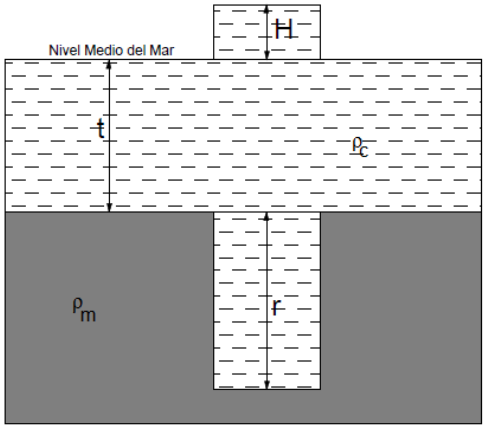


Figura 1. Modelo isostático de Airy.

2 METODOLOGIA

Para inferir las características corticales de la estructura geológica que se asume en equilibrio isostático, se compara el geoide observado y debidamente filtrado con el correspondiente a un modelo cortical perfectamente compensado. Previamente, es necesario filtrar la ondulación del geoide observado y retener las señales vinculadas a la estructura estudiada. Este geoide residual se compara con el obtenido a partir de un modelo isostáticamente balanceado. Las diferencias entre ambos representarán el grado de ajuste del modelo de referencia adoptado con el real.

La ondulación del geoide observada N_{obs}, se toma de los modelos geopotenciales globales, que puede escribirse como la suma de una componente regional N_{reg} que refleja el comportamiento predominante de la zona y otra residual N_{res} ligada a las particularidades de la estructura analizada. N_{obs} se estima a través del modelo geopotencial al que designamos N_{mod} y puede expresarse como (Del Cogliano, 2006):

$$N_{\mathrm{mod}} = N_{reg} + N_{res} + \nu_n \qquad (3)$$

donde ν_n representa los errores del modelo geopotencial.

$$N_{res} = N_{\mathrm{mod}} - N_{reg} - \nu_n \qquad (4)$$

Si las particularidades de la estructura son atribuidas a las discrepancias entre la corteza real y la corteza regularizada, es posible asimilar la ondulación residual a la isostática, determinada mediante la ecuación (2) con parámetros de corteza del modelo de referencia adoptado. En una situación de equilibrio isostático se verifica que:

$$\nu_I = N_{res} + \nu_N - N_{isost} \qquad (5)$$

donde ν_I representa los desvíos del modelo isostático y los errores en la evaluación del mismo. Una vez eliminada la componente isostática de la ondulación residual, de acuerdo a (5), los valores muestran el eventual apartamiento de la estructura analizada del modelo isostático adoptado (Del Cogliano, 2006).

3 AREA DE TRABAJO Y DATOS USADOS

3.1 Área de trabajo

Se escogió para este análisis las Sierras de Sumampa y Ambargasta ubicadas en la zona Sur de la provincia de Santiago del Estero, Argentina. El análisis de realizó sobre un perfil que secciona la estructura con una longitud de 100 km y en sentido Noroeste a Sureste (Figura 2):

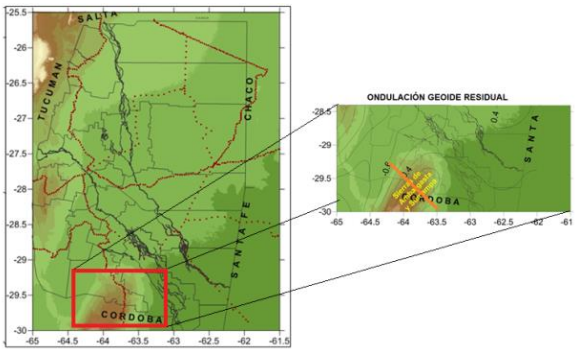


Figura 2. Ubicación del perfil de la estructura de Sierras de Sumampa y Ambargasta en la provincia de Santiago.

3.2 Datos utilizados

Para el análisis, se tomó como geoide observado los obtenidos de los modelos geopotenciales globales EGM2008 (Pavlis, et al., 2008) y EIGEN 6C4 (Förste, et al., 2014). Para el cálculo de la ondulación del geoide isostático, se tomaron como parámetros de referencia (densidades y espesor de corteza) los correspondientes a los modelos GEMMA (GOCE Exploitation for Moho Modeling and Applications) (Sampietro, et al., 2013) y CRUST 1.0 (Laske, et al., 2013).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Modelo EGM2008: es un modelo del potencial gravitacional terrestre en términos de armónicos esféricos (Pavlis et al., 2008) de la NGA (National Geospatial Intelligence Agency) desarrollado por una combinación de datos de la misión GRACE (Tapley et al., 2005), los cuales contribuyen al modelo hasta el grado y orden 180 a través de la solución ITG GRACE03S (Mayer-Gür, 2008), con información contenida en una base de datos global compilada por la NGA de anomalías de gravedad de aire libre. Es un modelo completo de grado y orden 2159, asimismo contiene coeficientes de armónicos esféricos adicionales que se extienden hasta grado 2190 y orden 2159, con una resolución espacial de 5 minutos de arco.

Modelo EIGEN-6C4es un modelo global combinado del campo de gravedad estático hasta grado y orden 2190: (Förste,.et al., 2014). Ha sido elaborado conjuntamente por GFZ Potsdam y GRGS (Toulouse). La combinación de diferentes datos de satélites y de superficie ha sido realizada por una combinación de banda limitada de ecuaciones normales (grado máximo a 370), que se genera a partir de ecuaciones de observación para los coeficientes armónicos esféricos. La solución resultante hasta grado y orden 370 se ha extendido hasta grado y orden 2190 por una solución de bloque diagonal usando datos grillados de anomalías de la gravedad global DTU10.

Modelo GEMMA: El proyecto GEMMA (GOCE Exploitation for Moho Modeling and Applications), financiado por Agencia Espacial Europea, tiene como como objetivo principal estimar el límite entre la corteza terrestre y el manto (llamada discontinuidad de Mohorovičić o Moho) a partir de datos de GOCE, proponiendo una solución basada en un modelo simple de dos capas en aproximación esférica (Sampietro et al, 2013).

Modelo CRUST 1.0: es una versión actualizada del modelo CRUST 2.0 (Laske, et al., 2013, Basin et al., 2000), con la mejora en la resolución de 2°×2° a 1°×1°. Se basa en ETOPO1 para topografía y batimetría, los sedimentos se toman de un modelo de 1°×1° (Laske et al., 1997), mientras que el grosor de la corteza es una recopilación de experimentos con fuentes activas, y mapas Moho ya publicados.

Modelo Digital de Elevación DTM2006: es el modelo digital de elevación que usa el calculador del ICGEM (International Center for Global Earth Models) (Pavlis et al; 2006) para obtener las alturas del geoide a partir de las anomalías de altura y las anomalías de Bouguer en términos de armónicos esféricos. Las coordenadas están expresadas en el sistema WGS84 y las alturas están referidas al EGM2008.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El geoide isostático (Ecuación 2) se calculó sobre el perfil trazado en la estructura (Figura 2, derecha) usando parámetros corticales determinados a partir de los modelos globales GEMMA y CRUST 1.0. La altura se tomó del modelo digital de elevación DTM2006. Los resultados se muestran en la Figura 3 y el resumen estadístico se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen estadístico de la ondulación geoide isostático.

	$N_{isost\text{-}GEMMA}$	$N_{isost\text{-}Crust\ 1,0}$
Máximo [m]	3,71	3,78
Mínimo [m]	0,92	0,93
Promedio [m]	2,73	2,78
Desv. est.[m]	±0,77	±0,78

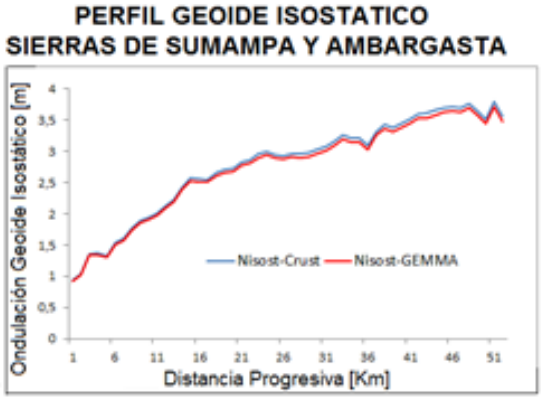


Figura 3. Perfil geoide isostático sobre la estrctura de las Sierras de Sumampa y Ambargasta.

El geoide residual N_{res} se determinó a partir de la ecuación (4). Como geoide observado N_{mod} se tomó la ondulación del geoide de los modelos geopotenciales completos EGM2008 y EIGEN-6C4, es decir, el desarrollo hasta el grado 2190 en términos de armónicos esféricos. Como ondulación del geoide regional N_{reg} se tomó la ondulación resultante de los modelos truncados sus desarrollos hasta el grado 100 (longitud de onda asociada 400 km y resolución 200 km). Al restarle a la señal completa la contribución de la larga

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

longitud de onda, solo retenemos la información relativa a las sierras en estudio. Los efectos de las masas topográficas generan curvas del geoide residual que se cierran en torno a las sierras. La distribución espacial de las curvas del geoide residual del modelo EIGEN 6C4 es similar al modelo EGM2008, las pequeñas discrepancias se advierten en el perfil con diferencias de pocos centímetros.

A partir de la ecuación (5) se determinaron los desvíos (Figura 4) que muestran el apartamiento de la estructura analizada del modelo isostático adoptado, y cuyo resumen estadístico se muestra en la Tabla 2. Se advierte que la ondulación del geoide isostático tiene un buen ajuste respecto a la ondulación del geoide residual (filtrado) del modelo EGM2008.

Tabla 2. Resumen estadístico de los desvíos entre geoide isostático y el geoide residual.

	Desvíos EGM2008		Desvíos EIGEN-6C4	
	Prom. [m]	Desv. Est. [m]	Prom.[m]	Desv. Est.[m]
Parámetros GEMMA	-1,48	±0.18	-1,52	±0.18
Parámetros CRUST 1.0	-1,53	±0.20	-1,57	±0.19

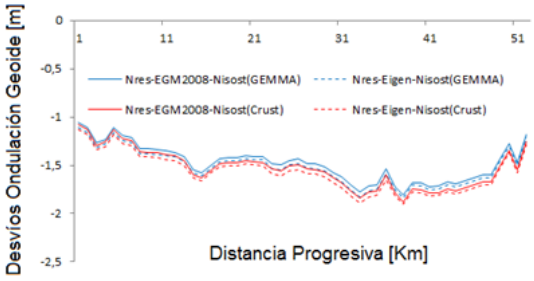


Figura 4. Desvíos modelo isostático c/parámetros corteza GEMMA, y CRUST 1.0 respecto del geoide residual EGM2008 y Eigen-6C4.

Con la finalidad de comparar morfológicamente las ondulaciones residuales a las isostáticas (Cornaglia, 2005), se llevó los perfiles del geoide isostático y residual a un origen común, corrigiendo el Nisost con el promedio de los desvíos. Posteriormente se calcularon los coeficientes de determinación (Walpole, et al., 2007) entre Nres y Nisost, obteniéndose en todos los casos un valor de 0.96, indicando buena correlación entre los valores isostáticos y observados.

5 CONCLUSIONES

Es posible emplear la ondulación del geoide isostático sobre una estructura para inferir a partir de ella el balance isostático y las características corticales.

Analizando la estructura de las Sierras de Sumampa y Ambargasta en la provincia de Santiago del Estero, en el sistema de Airy, se obtuvo un geoide isostático correspondiente a un modelo compensado, el que fue comparado con un geoide residual derivado de un modelo geopotencial.

Los desvíos obtenidos permiten corroborar que los parámetros corticales usados para el modelo teórico de corteza son apropiados y que la estructura tiende al equilibrio isostático.

En consecuencia, este procedimiento, pone en evidencia que la ondulación isostática del geoide podría ser apropiada para validar modelos de corteza, siempre que las estructuras analizadas tengan evidencias de estar isostáticamente equilibradas.

El aporte de los modelos geopotenciales es fundamental en la Geodesia y en las Ciencias de la Tierra, que van desde los efectos prácticos como determinar la ondulación del geoide hasta aplicaciones científicas como las investigaciones de la estructura interna de la Tierra.

6 AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Proyecto de Investigación “Aplicaciones Geomáticas de los Modelos Gravitacionales Terrestres (EGM) y los Modelos Digitales de Elevación (DEM) Globales” evaluado y financiado por el CICyT-UNSE, en cuyo marco se desarrolló el presente trabajo.

7 REFERENCIAS

Barzaghi R, Reguzzoni M, Borghi A, De Gaetani C, Sampietro D, Marotta AM (2014) Global to local Moho estimate based on GOCE geopotential model and local gravity data. Proceedings of the VIII Hotine-Marussi Symposium - IAG Symposia, Springer.

Bassin, C., Laske, G. & Masters, G. (2000). The current limits of resolution for surface wave tomography in North America. EOS Trans AGU, 81(F897. 2.

Cornaglia, L. (2007) La Sierra de San Luis, su estudio geofísico a partir de las ondulaciones

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

del geoide. Entrega del premio "Ing. Eduardo E. Baglietto". Anales Acad. Nac. de Ing. Buenos Aires, Tomo III:Pag.75-108.

Crovetto C., Molinari R. and Introcaso A. (2006). Aproximaciones para el cálculo del geoide isostático. Revista de la Asociación Geológica Argentina 61 (3):336-346.

Del Cogliano, D. (2006). Modelado del Geoide con GPS y Gravimetría. Caracterización de la estructura geológica de Tandil. Tesis Doctoral. F.C.E.I.y.A – U.N.R. http://hdl.handle.net/10915/60243

Drinkwater, M., Floberghagen, R., Haagmans, R., Muzi, D., Popescu, A., (2003). GOCE: ESA's first Earth Explorer Core mission. Earth Gravity Field from Space – From Sensors to Earth Sciences, vol. 18. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, pp. 419–432

Fowler C. M. R., (2005). The solid earth. An introduction to Global Geophysics. - Cambridge University Press. 2 edition -704 p.- ISBN 10: 521 89307 0. ISBN 13: 978-0521893077

Förste, Christoph; Bruinsma, Sean; Abrikosov, Oleh ; Lemoine, Jean-Michel; Schaller T.; H.-J. Götze; , J. Ebbing, J.C. Marty, F. Flechtner, G. Balmino and R. Biancale (2014) EIGEN-6C4 The latest combined global gravity field model including GOCE data up to degree and order 2190 of GFZ Potsdam and GRGS Toulouse. GFZ Data Services. http://doi.org/10.5880 /icgem.2015.1

Haxby W. and Turcotte D., (1978). On isostatic geoid anomalies. Journal Geophysical Journal Vol. 94. (B4)3876-3890

Heiskanen W. and Moritz H. (1967) Physical Geodesy. W.H. Freeman and Company. San Fransisco and London.364 pág.

ICGEM (2016) International Centre for Global Earth Models http://icgem.gfzpotsdam.de /ICGEM/ICGEM.html

Infante, C. (2013). Detección de estructuras geológicas potencialmente en equilibrio isostático a partir del análisis de modelos geopotenciales y anomalías de Bouguer. Tesis de Maestría. F.C.A.y.G. – U.N.L.P. http://hdl.handle.net/10915/33836

Infante, C.; Tocho,C; Del Cogliano,D. (2017). Analysis of isostatically-balanced cortical models using modern global geopotential models. Bulletin of Geodetic Sciences-On Line version, ISSN: 1982-2170. URL: http://www.scielo.br/bcg. http://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702017 000400041. Bull. Geod. Sci, Articles Section, Curitiba, Brasil, v. 23, no4, p.623 – 635, Oct - Dec, 2017. Fecha aceptación: 11/06/2017.

Introcaso A., (1997). Gravimetría. UNR Editora. Rosario. 355 pág.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Influencia de la incorporación de desechos de finos de perlita en los Hormigones Autocompactantes Coloreados (HACC)

Autores: Artigas, Verónica[1]; Cortez, Franco[2]; Positieri, María Josefina[3] y Quintana, María Virginia[4]

(1) INIQUI –CONICET, Facultad de Ingeniería - UNSa, veroniccaartigas6@gmail.com
(2) Facultad de Ingeniería - UNSa, franco6cortez@gmail.com
(3) Universidad Tecnológica Nacional – FRC, mpositieri@gmail.com
(4) INIQUI –CONICET, Facultad de Ingeniería - UNSa, vquintan@unsa.edu.ar

RESUMEN: Al diseñar un Hormigón Autocompactante Coloreado (HACC) es fundamental considerar las respuestas de las distintas combinaciones de materiales constituyentes. El primer paso en su diseño es el análisis de pastas de cemento, verificando la respuesta del cemento y los demás materiales finos (adiciones y pigmentos), combinados con el agua y los aditivos. Este trabajo abarca el estudio de pastas de cemento para el diseño de HACC, con la incorporación de perlita cruda finamente molida como filler y pigmentos de óxido de hierro. La perlita es una roca de origen volcánico utilizada principalmente en la industria de la construcción, se extrae en numerosas canteras en San Antonio de los Cobres, Salta. Al ser procesada, se obtienen desechos de este material que impactan negativamente en el medio. Por ello, la posibilidad de incorporar estos residuos en mezclas de hormigones implica una contribución a la sustentabilidad del ambiente. Particularmente, en este trabajo se presentan resultados del estudio de la fluidez y su variación en el tiempo de pastas con diferentes dosificaciones. Los parámetros analizados son el contenido de cemento, de perlita y de pigmento. La caracterización en estado fresco se realiza mediante los ensayos de cono de Marsh y mini-slump.

ABSTRACT: It is essential take into account the different constituent materials combination responses when design a Colored Self-compacting Concrete (C-SCC). The cement pastes analysis is the first step in its design, verifying the cement and other fine materials (additions and pigments) response combined with water and additives. This paper it is about the cement pastes study for the C-SCC design, with the incorporation of finely ground raw perlite as filler and pigments of iron oxide. Perlite is a volcanic rock used mainly in the construction industry, it is extracted in numerous quarries in San Antonio de los Cobres, Salta. When it is processed, generates mineral waste that affect negatively into environment. Therefore, the possibility of incorporating these residues into concrete mixtures implies a contribution to the environment sustainability. Particularly, in this paper, the fluidity studies results and its variation in the time of pastes with different dosages are presented. The parameters analyzed are the cement, pearlite and pigment content. Fresh characterization was carried out using the Marsh cone and mini-slump tests.

Palabras claves: Hormigón autocompactante coloreado, Adiciones, Perlita

Keywords: Colored self-compacting concrete, Additions, Perlite

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Hormigón Autocompactante (HAC)

El Hormigón Autocompactante (HAC) se ha definido como "aquel que es capaz de fluir en el interior de los encofrados, pasar a través de las armaduras de refuerzos, llenar completamente el molde, logrando la compactación solamente por la acción de su propio peso"; sin segregación. (Okamura, 1997)

Como expone Tobes (2009), en estado fresco este hormigón presenta una alta fluidez y una moderada viscosidad para asegurar la estabilidad del conjunto. Para alcanzar estas propiedades es indispensable la utilización de aditivos superfluidificantes y un contenido de finos mayor al de un hormigón convencional. Es por ello que se plantea la incorporación de finos de perlita (denominados FP) en la mezcla.

1.2 Hormigón Coloreado (HC)

Como menciona López (2007) los avances en el diseño del hormigón han dado lugar a nuevas aplicaciones estructurales y arquitectónicas que se suman a las tradicionales. Entre ellas se destaca la incorporación de color al hormigón y otros materiales elaborados con cemento portland; su empleo en elementos premoldeados, pisos y ornamentaciones permite lograr una mayor integración de las construcciones con el medio circundante.

A través de un diseño adecuado, utilización de productos cuya calidad esté convenientemente comprobada, y mano de obra con la debida experiencia, se puede conseguir resultados verdaderamente extraordinarios en la utilización del Hormigón Coloreado. (Carvalho, 2002)

1.3 Hormigon Autocompactante Coloreado (HACC)

El desarrollo del Hormigón Autocompactante Coloreado (HACC) abre nuevos campos de aplicación al HAC, ya que agrega alternativas atractivas para diseños arquitectónicos desafiantes en términos de forma y color, a las ya versátiles características estéticas del concreto tradicional coloreado. Además de las ventajas de fluidez y capacidad de llenado del HAC, el HACC amplía los aspectos estéticos de una variedad de texturas y colores. (Corinaldesi, 2012)

La complejidad y diversidad de los materiales componentes del HACC y la necesidad de optimizar su diseño, justifican un procedimiento de diseño por etapas aplicando el concepto de material compuesto (pastas, morteros y hormigones).

Según Tobes (2009) las experiencias sobre pastas se suelen aplicar para verificar la compatibilidad entre cementos, adiciones minerales y aditivos químicos, propiciando la selección entre los diversos materiales disponibles en base al estudio de la fluidez y su variación en el tiempo. Además, este primer paso de estudio de pastas de cemento resulta fundamental desde el punto de vista económico, ya que en las pastas se conjugan los componentes más costosos en la elaboración de hormigones.

1.4 La Perlita

La perlita es una roca de origen volcánico formada, principalmente, por silicatos, presentes en la mayor parte de la corteza terrestre. Su fuente de materia prima es abundante.

Las perlitas tienen la propiedad de expandirse por calor aumentando hasta veinte o más veces su volumen. Esta expansión la convierten en un material muy liviano por estar formado por burbujas de aire envueltas en vidrio y a la vez resistente por su naturaleza silícea. Esta particularidad de convertirse en vidrios inflados le otorga cualidades especiales, únicas, en cuanto a su estabilidad química y resistencia física, que la hacen un material valioso en numerosos usos y aplicaciones. Entre estas propiedades se encuentra la inercia química y su buen comportamiento como material acústico, térmico e ignífugo; por lo cual es utilizada en la industria de la construcción, sobre todo como aislante, uso en el que demuestra un rendimiento superior a los aislantes tradicionales.

La Puna Argentina es una región eminentemente volcánica y en ella se han encontrado numerosas coladas y domos de vidrio que se han perlitizado. En Salta se encuentran 9 de las 10 canteras que existen en Argentina, lo que la convierte en la mayor productora de América Latina. En San Antonio de los Cobres más precisamente se sitúan numerosas canteras de extracción de perlita, la cual es sometida a un proceso mecánico para llevar la roca a un tamaño más pequeño para poder transportarlo a la planta procesadora, esto produce

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

desechos del mineral llamados “finos de perlita”. (Artigas, 2016)
En una de las canteras ubicadas en el departamento de San Antonio de los Cobres, se tiene una producción de 100tn de perlita granulada sin expandir por mes. El 20% de esa producción es polvo de desecho propio del proceso de trituración de la roca.

Tabla 1. Composición química de los finos de perlita.

Compuesto	%
Si	30 - 36
Al	6 - 8
Fe	0 - 1
Ca	0 - 1
Mg	0 - 1
Na	2,5 - 5
K	2 - 4
Sulfato	exenta
O2	44,5 - 47,5
H2O	3 - 5

En cuanto a la composición química la perlita es un mineral de origen volcánico compuesto principalmente por óxido de silicio y de aluminio. (Cardozo, 2015) En la Tabla 1 se muestra la composición química de los finos de perlita empleados en la elaboración de pastas en este trabajo.

2 PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Materiales

Se empleó cemento Pórtland compuesto (CPC 40, densidad 3,10), adición de perlita finamente molida (partículas menores a 0,075 mm, densidad 2,64), pigmentos a base de óxido de hierro (amarillo densidad 4,54 y rojo densidad 4,54) y aditivo superfluidificante a base de policarboxilatos (contenido solido 35%).
Se analizó la fluidez y su variación en el tiempo de diferentes pastas, en las cuales las variables fueron el contenido de cemento, de adición mineral y la dosis de aditivo.
Se elaboró una pasta patrón (sin contenido de perlita ni pigmento), con relación agua/cemento de 0,4. Luego, se elaboraron pastas con relaciones perlita/cemento iguales a 0,10; 0,15 y 0,20 (denominadas P10, P15 y P20) y pastas con pigmentos (A6 con pigmentos amarillos y R6 con pigmentos rojos). A continuación se mezclaron pigmentos y perlita en la misma pasta, obteniéndose seis combinaciones (P10-A6, P15-A6 y P20-A6 por un lado y P10-R6, P15-R6 y P20-R6 por el otro).
En la Tabla 2 se resume cuáles fueron los materiales componentes de cada dosificación. El símbolo “+” hace referencia a los componentes presentes en la pasta y el símbolo “-” a los ausentes.
Cabe destacar que en todos los casos la relación agua/cemento se mantuvo constante en 0,4. En cuanto a la dosis de pigmento adicionada, según lo expuesto por Positieri (2005) la dosificación de los pigmentos se realiza en porcentaje del peso de cemento para un metro cúbico de hormigón. A medida que se incrementa el porcentaje de pigmento la intensidad del color obtenido aumenta hasta llegar a un punto de saturación, a partir del cual si se emplea mayor contenido de pigmento la intensidad del color permanece prácticamente constante. De acuerdo a la bibliografía consultada dicho punto de saturación ronda los 6% en relación al peso del cemento, por lo tanto se tomó esta dosis en todos los casos.
La dosis de aditivo superfluidificante empleada en cada caso dependió de lo necesario para alcanzar valores satisfactorios en los ensayos y de la observación o no de segregación en la mezcla. Siempre se incorpora como porcentaje del peso del cemento.

Tabla 2. Materiales componentes de cada pasta.

Pastas	Cemento	FP	Pigmento		SF
			Amarillo	Rojo	
PP	+	-	-	-	+
P10 / P15 / P20	+	+	-	-	+
A6	+	-	+	-	+
R6	+	-	-	+	+
P10-A6 / P15-A6 / P20-A6	+	+	+	-	+

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

P10-R6 / P15-R6 / P20-R6	+	+	-	+	+

Es importante mencionar también que los finos de perlita (FP) empleados en la elaboración de las pastas fueron previamente secados en estufa a 105°C durante 24 horas.

2.2 Mezclas

En primer lugar se homogenizaron los finos de perlita con los pigmentos y el cemento, por aparte se mezcló el agua con el aditivo superfluidificante. Luego se combinaron ambas partes, mezclando mecánicamente durante cinco minutos, siguiendo el procedimiento que se describe a continuación: 2 minutos a velocidad lenta, 1 minuto a velocidad rápida, 1 minuto de reposo (durante el cual se quita la pasta adherida a los bordes del recipiente contenedor) y 1 minuto a velocidad rápida.
Luego de finalizado el procedimiento de mezclado se procedió a realizar los ensayos de cono de Marsh y mini-slump, para los tiempos de 6, 30, 60 y 90 minutos (considerando tiempo cero el momento en el que se ponen en contacto el cemento con el agua de amasado), evaluando de esta manera la variación de los parámetros en el tiempo.

2.3 Ensayos sobre pastas en estado fresco

Gomes (2002) propone el uso de dos métodos para la dosificación de las pastas: cono de Marsh y mini-slamp. El primero tiene el objetivo de determinar la compatibilidad entre el superfluidificante (SF) y el cemento. El punto de saturación se determina cuando el aumento en la dosificación de SF no provoca ninguna mejora considerable adicional en la fluidez de la pasta. El ensayo de mini-slump fue desarrollado por Kantro (1980) con el objetivo de obtener el contenido óptimo de finos en la pasta.
El ensayo de cono de Marsh consiste básicamente en llenar dicho cono con 1000 ml. de mezcla, dejarla fluir y medir el tiempo (t) que tarda en pasar cierta cantidad de material (300 ml. en este caso) por la boquilla inferior del cono. Se realiza esta operación dos veces y se promedian los resultados obtenidos. Se informa el logaritmo del tiempo medido, ya que facilita el análisis de los resultados en forma gráfica.
Para el ensayo de mini-slump se rellena el molde estandarizado con la pasta, se enrasa y luego se lo levanta, dejando que la pasta se extienda por la sola acción de la gravedad. El resultado del ensayo queda determinado por el promedio de dos lecturas del diámetro final alcanzado medido en direcciones ortogonales (Df), y por el tiempo que tardó la pasta en alcanzar un diámetro de 115 mm (T115).
De acuerdo con Gomes (2002) los valores considerados satisfactorios son: diámetro de extendido (Df) de 180 mm ± 10 mm y tiempo T115 de 3 seg ± 1 seg.

3 RESULTADOS Y ANALISIS

3.1 Cono de Marsh

De acuerdo a los valores obtenidos en este ensayo, se determinaron las dosis de saturación para cada una de las pastas, las cuales se presentan en la Tabla 3. Se tuvo en cuenta la dosis de aditivo superfluidificante a partir de la cual no se observaban cambios importantes en las propiedades en estado fresco de las mezclas y la presencia o no de segregación en las mismas.
En primer lugar puede observarse claramente que tanto la incorporación FP como de pigmentos en las mezclas generan un incremento en la dosis de saturación.

Tabla 3. Dosis óptimas de SF.

Pasta	Dosis Óptima
PP	0,55%
P1	0,60%
P2	0,65%
P3	0,70%
A6	0,65%
R6	0,70%
P10-A6	0,85%
P15-A6	1,00%
P20-A6	1,15%
P10-R6	0,75%
P15-R6	0,90%
P20-R6	0,90%

Al comparar la pasta patrón con las pastas que contienen perlita, se observa que al incorporar

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

perlita en una relación P/C = 0,10 la dosis óptima se eleva en un 9%, para P/C = 0,15 el incremento es del 18% y para P/C = 0,20 es del 27%. Entonces, se presenta una variación lineal de la dosis con el agregado de finos de perlita.

Comparando ahora el patrón con las pastas con pigmentos de óxido de hierro podemos ver que el pigmento amarillo genera la necesidad de una dosis de saturación un 18% superior mientras que el pigmento rojo de un 27%.

Considerando la incorporación simultánea de perlita y pigmento amarillo en la mezcla, vemos que la necesidad de superfluidificante se eleva considerablemente, un 10% de perlita en la mezcla provoca un aumento del 55% en la dosis óptima comparada con el patrón, un 15% un incremento del 82% y un 20% ya produce una suba del 109% en la cantidad necesaria de SF.

Analizando las pastas con contenido tanto de FP como de pigmento rojo en comparación con la pasta PP, se observa que el requerimiento de superfuidificante para alcanzar la saturación se eleva en un 36% para la pasta P10-R6 y en un 64% tanto para la P15-R6 como para la P20-R6.

El motivo por el cual tanto la incorporación de FP como de pigmentos en la mezcla originan un incremento en la dosis óptima de SF, puede deberse al hecho de que ambas adiciones absorben agua en un grado significativo. Por el lado de la perlita, en trabajos previos se realizó el ensayo de requerimiento de agua de esta adición según la norma IRAM 1654-1, obteniéndose un índice de requerimiento de agua de aproximadamente el 95%.

En cuanto a los pigmentos, Barrera (2002) expone que los porcentajes indicativos de absorción de agua de los óxidos rojos están entre 22 – 34% y de los óxidos amarillos entre 26 – 80%. Lo dicho explica el motivo por el cual la incorporación de pigmento amarillo genera una dosis de saturación superior en comparación con las pastas con contenido de pigmento rojo. Además, como menciona Positieri (2005) fotos de microscopias revelan que las partículas de pigmentos de óxido de hierro amarillo tienen forma de agujas y las partículas de óxidos de hierro rojo tienen una forma cúbica a esférica, lo cual contribuye a explicar que las pastas coloreadas amarillas requieran mayores dosis de SF.

En cuanto a la variación en el tiempo de los valores obtenidos para este ensayo podemos afirmar que se reduce con la incorporación de FP en la mezcla. Mientras que al agregar pigmentos no se observaron modificaciones en la variación de la fluidez en el tiempo con respecto a la pasta patrón.

3.2 Mini-slump

Los resultados obtenidos para este ensayo se grafican en la Figura 1 y corresponden a las pastas con dosis óptimas en cada caso. En la Figura 2 se observan extendidos de pastas con y sin contenido de pigmento.

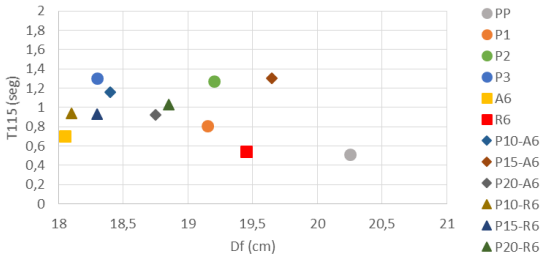


Figura 1. Resultados del ensayo de Mini-slump.

Se observa que el punto de saturación de la mayoría de las mezclas no coincide con los valores de diámetro de extendido ni de tiempo T115 considerados satisfactorios para pastas autocompactantes. Por este motivo se considera que se deberían ajustar las dosificaciones o considerar el empleo de un aditivo superfluidificante diferente. Sin embargo, las pastas con contenido de perlita y pigmentos (tanto amarillos como rojos) presentaron valores óptimos de Df (salvo en el caso de la P15-A6). El tiempo T115 resultó insatisfactorio en todos los casos.

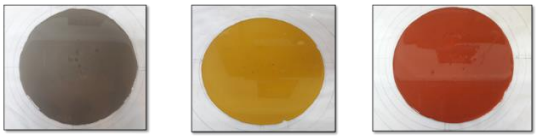


Figura 2. Extendido sin pigmento, con pigmento amarillo y con pigmento rojo.

Se observa que el punto de saturación de la mayoría de las mezclas no coincide con los valores de diámetro de extendido ni de tiempo T115 considerados satisfactorios para pastas autocompactantes. Por este motivo se considera que se deberían ajustar las dosificaciones o considerar el empleo de un aditivo superfluidificante diferente. Sin embargo, las

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

pastas con contenido de perlita y pigmentos (tanto amarillos como rojos) presentaron valores óptimos de Df (salvo en el caso de la P15-A6). El tiempo T115 resultó insatisfactorio en todos los casos.
Con mínimas modificaciones en la dosis de aditivo superfluidificate se podrían alcanzar valores óptimos para las pastas P10-A6 y P20-R6, que representarían un reemplazo del cemento empleado del 10 y del 20% respectivamente.
El ensayo de mini-slump también demostró que al incorporar perlita en la mezcla disminuimos la variabilidad de los resultados con el tiempo y que la incorporación de pigmentos no altera dicha variabilidad.

4 CONCLUSIONES

Se analizó el efecto en estado fresco de la adición de finos de perlita en pastas cementicias autocompactantes coloreadas con pigmentos a base de óxido de hierro amarillo y rojo.
El ensayo de cono de Marsh permitió ver que al incorporar perlita se incrementó la dosis de aditivo superfluidificante necesaria para alcanzar la saturación, lo cual puede deberse a la mayor absorción de agua de mezclado por parte de este material fino. Adicionar perlita aumenta la viscosidad plástica de la mezcla.
El ensayo de mini-slump no muestra variaciones significativas en los resultados entre la pasta patrón y las pastas con incorporación de pigmentos y de FP, por lo tanto la cohesión no se modifica significativamente con dichas adiciones.
Con ciertas modificaciones en la dosificación se pueden obtener mezclas con una viscosidad y fluidez aceptables para autocompactantes, en el caso de FP y pigmento amarillo hasta un 10% de reemplazo de perlita por cemento y en el caso de FP y pigmento rojo hasta un 20% de reemplazo.
En todos los casos la incorporación de FP en la mezcla disminuye la variabilidad de las propiedades en estado fresco de las pastas autocompactantes coloreadas a lo largo del tiempo.
Es viable la incorporación de FP en pastas autocompactantes coloreadas desde el punto de vista de las propiedades en estado fresco, ya que producen un efecto positivo en la cohesión y no modifican sustancialmente el resto de dichas propiedades. Es importante recalcar que se está empleando un desecho de la industria minera y de esta manera contribuyendo con la sustentabilidad del medioambiente.

Se plantea continuar con el estudio de la perlita como reemplazo de parte del cemento en los hormigones autocompactantes coloreados.

5 BIBLIOGRAFIA

Artigas V., Cortez F., Burgos L., Cardozo H. y Sastre M. (2016). “Diseño de pastas autocompactantes con adición de finos de perlita”. VII Congreso Internacional 21ª Reunión Técnica de la Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón.

Barrera, H.; Anabalon, A. y Gutierrez, S. (2002). Hormigones decorativos. Universidad de Santiago de Chile

Cardozo, H. J.; Sastre, M. I.; Artigas, V. F.; Cortez, F. R. y Burgos, L. R. “Dosificación de hormigones autocompactantes con adiciones activas de la región”. (2015). X Jornadas de Ciencia y Tecnología de Facultades de Ingeniería del NOA.

Carvalho, F. y Calavera, J. “Estabilidade colorimétrica e influência da incorporação de pigmentos em concretos submetidos a diferentes estados de exposição ambiental” (2002). Instituto Brasileiro do Concreto - 44º Congresso Brasileiro.

Corinaldesi, V.; Monosi, S. y Ruello, M. L. (2012). “Influence of inorganic pigments’ addition on the performance of coloured SCC”. Construction and Building Materials.

Gomes PCC. Optimization and characterization of high-strength selfcompacting concrete. Barcelona, Espanha, Ph.D thesis. Universitat Politècnica da Catalunya (2002) p. 139.

Kantro DL. Influence of water reducing admixtures on properties of cement pastes – a miniature slump test. Cem Concr Aggr (1980); 2: 95–102.

Lopez, A.; Tobes, J.M.; Positieri, M. y Zerbino, R. (2007). “Medición del color en materiales a base de cemento portland”. Ciencia y Tecnología del Hormigón N° 14 - Año 2007.

Okamura H., 1997. “Self-Compacting High-Performance Concrete”, Concr. Intnl., Vol. 19.

Positieri, M. “Propiedades físicomecánicas y durabilidad del hormigón coloreado” Tesis doctoral. (2005)

Tobes, J. M. “Hormigones autocompactantes simples y reforzados con fibras: diseño, caracterización y aplicaciones”. Tesis doctoral. (2009).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Tratamiento abiótico de polietileno de baja densidad

Alonso, María S.[1]; Madregal, Sergio O.[1]; Escalier, Victor I.[1]; Viturro, Carmen I.[1]y Garzón, Luciana M.[1].

(1) Laboratorio de Descontaminación, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy msalonso12@gmail.com

RESUMEN: Este trabajo fue realizado con el fin de determinar el grado de degradación producida sobre objetos de polietileno de baja densidad usualmente encontrados en los residuos sólidos urbanos. Para los ensayos se utilizaron envoltorios de productos de higiene personal, sometiendo muestras de los mismos a la acción separada (durante 500 horas) y también simultánea (por 500 h y 1000 h), de luz ultravioleta (UV-A) y calor (50ºC). El efecto ocasionado por los agentes físicos aplicados fue determinado a través de evaluaciones gravimétricas y de las propiedades mecánicas de las muestras. Los mayores cambios se encontraron para el tratamiento simultáneo UV-A más calor, seguido por el realizado con UV-A solamente, en tanto el calor solo no provocó modificaciones apreciables. Entre las propiedades mecánicas, las variables más sensibles resultaron ser: la deformación a rotura, que disminuyó de 670 % para el material sin tratar hasta 500 % para el tratado con UV y calor simultáneos, y la tenacidad, determinada como el área bajo la curva tensión-deformación, que, como máximo, se redujo a dos tercios del valor de referencia. Se registraron, excepto para la exposición a calor solo, leves aumentos en el peso de las muestras. A partir de los resultados de este estudio, se puede concluir que es posible lograr, por tratamiento abiótico, en particular aplicando simultáneamente radiación ultravioleta y calor, una degradación en películas de polietileno de baja densidad. Las modificaciones ocurridas, con respecto al material sin tratar, podrían favorecer el efecto de un posterior tratamiento biótico.

ABSTRACT: This work was carried out in order to determine the degree of degradation produced on low density polyethylene objects usually found in urban solid waste. For the tests, wrappings of personal hygiene products were used, submitting samples of them to the separate action (during 500 hours) and also simultaneous action (for 500 h and 1000 h), of ultraviolet light (UV-A) and heat (50ºC) . The effect caused by the applied physical agents was determined through gravimetric evaluations and the mechanical properties of the samples. The most important changes were found for the simultaneous treatment UV-A plus heat, followed by the one made with UV-A only, while the heat alone did not cause appreciable changes. Among the mechanical properties, the most sensitive variables turned out to be: the deformation at break, which decreased from 670% for the untreated material to 500% for the samples treated with simultaneous UV and heat, and the tenacity, determined as the area under the curve stress-strain, which, at most, was reduced to two thirds of the reference value. Only slight increases in the weight of the samples were recorded, except for heat exposure alone. From the results of this study, it can be concluded that it is possible to achieve, by abiotic treatment, particularly applying ultraviolet radiation and heat simultaneously, a degradation in films of low density polyethylene. The changes that occurred, with respect to the untreated material, could favor the effect of a later biotic treatment.

Palabras clave: polietileno de baja densidad, degradación, ultravioleta, calor.

Keywords: low density polyethylene, degradation, ultraviolet, heat.

1 INTRODUCCIÓN

La baja velocidad de degradación de polietileno en ambientes naturales es la causa de que objetos de éste y otros plásticos disminuyan la vida útil de los rellenos sanitarios en donde son dispuestos (Alonso et al., 2001.a; Alonso et al., 2001.b; Alonso et al., 2004; Alonso et al., 2007).
El polietileno en general, y el de baja densidad (PEBD) en particular, representan un porcentaje importante de los plásticos pos-consumo desechados diariamente entre los residuos sólidos urbanos, y si bien, algunos objetos de polietileno pueden ser valorizados por reciclaje mecánico en Argentina, muchos otros, como envoltorios de rollos de papel, bolsas para contener o transportar mercaderías diversas, etc., no son reciclados y se incorporan directamente a los sitios de disposición final (Alonso et al., 2000; Alonso et al., 2005; Alonso et al., 2006).
A fin de resolver el progresivo y alarmante aumento de residuos de materiales plásticos dispuestos sin tratar en rellenos sanitarios, entre ellos el polietileno, diversos equipos de investigación de diferentes países trabajaron desde la década del año 2000, sobre la posibilidad de degradar estos plásticos por aplicación de microorganismos (biodegradación), proceso que podría ser acelerado si el mismo fuera precedido por la aplicación sobre estos materiales poliméricos de agentes físicos tales como calor o radiación ultravioleta (Benítez et al., 2013; Cano et al., 2011; Jeong et al., 2014; Ojeda, 2009; Quiroz et al., 2009).
El polietileno de baja densidad puede encontrarse en objetos de ese plástico ya sea como PEBD puro (o sea, sin aditivos) o, por el contrario, contener porcentajes variables de aditivos que, por un lado pueden mejorar la oxodegradabilidad del polímero, pero que, por otra parte, podrían afectar diversas propiedades de este plástico y hacerlo indeseable para procesos de minimización tales como el reciclaje (Aldás et al., 2018).
En general, los grupos de investigadores ya mencionados (de Venezuela, México, Canadá, Brasil) , que estudiaron la degradación abiótica de polietileno de baja densidad, lo hicieron con PEBD conteniendo aditivos para favorecer la oxodegradabilidad del polímero de base. Por el contrario, en este trabajo se presentan los resultados de oxodegradación, por acción separada y simultánea de radiación ultravioleta y calor, de polietileno de baja densidad sin aditivos agregados especialmente para mejorar su degradación abiótica. Es de destacar que la mayoría de las películas de PEBD que se utilizan actualmente en Argentina para la fabricación de bolsas y envoltorios no contienen esos aditivos, por lo que los materiales utilizados para este estudio reflejan mejor la situación real de este tipo de plásticos y su posible tratamiento para nuestro país.
Este trabajo fue realizado con el objetivo de determinar el grado de degradación producida sobre objetos de polietileno de baja densidad usualmente encontrados en los residuos sólidos urbanos, con miras a favorecer, con el tratamiento abiótico previo ensayado, un posterior tratamiento biótico del plástico.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron con polietileno de baja densidad, proveniente de envoltorios de un producto de higiene personal (papel higiénico), representativos de residuos pos-consumo reales de Jujuy (Figura 1).



Figura 1: Envoltorio de producto de higiene personal utilizado para estos estudios.

De las mismas, con un espesor promedio de 34,8 micrómetros, se cortaron muestras para las pruebas de tracción, con un ancho de 6 mm (IRAM Argentina, 1989). Las probetas se obtuvieron por cortes en el sentido longitudinal de las bolsas.
Una serie de muestras de cada tipo se sometió a pruebas de resistencia a la tracción sin tratamiento previo, obteniéndose así las características iniciales u originales del material de estudio.
Para las determinaciones de variación de peso debido a cada tratamiento abiótico, de las películas

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

de PEBD se cortaron muestras rectangulares de 3,3 cm x 7,0 cm (Figura 2).

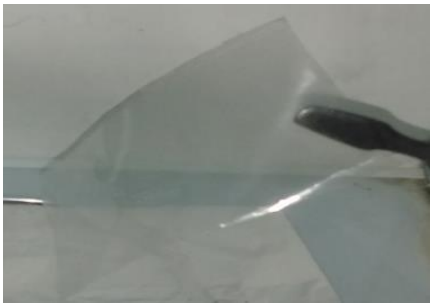


Figura 2: Muestra de polietileno extraída de un envoltorio pos-consumo, con las dimensiones especificadas: 3,3 cm x 7,0 cm.

Estas muestras se limpiaron con una solución de etanol, y luego se secaron en una estufa a 70ºC y se pesaron (Figura 3), a peso constante, con una balanza analítica con precisión de diezmilésima de gramo obteniendo así el peso inicial de las mismas.



Figura 3: .Operación de pesado de las muestras de PEBD.

Las muestras, tanto para mediciones gravimétricas, como las restantes para ensayos de tracción, fueron expuestas: a calor solo (50°C, 500 h) en una estufa (Figura 4), otras a radiación UV-A sola (500 h), y las demás a radiación UV-A más calor.



Figura 4: Muestras de película de PEBD en estufa para tratamiento con calor (50°C).

Los tratamientos con radiación UV-A se hicieron en una cámara de envejecimiento o intemperismo acelerado (Figura 5) especialmente construida a los efectos, provista de tubos de luz UV-A (350-400nm) y de aireación intermitente por ventilación forzada, con un sistema de regulación automática de temperatura mantenida en alrededor de 50ºC, que se midió en la cámara con termómetro de bulbo seco. Se trabajó con una humedad relativa de 50%, la cual es el valor promedio anual para San Salvador de Jujuy, en donde se realizaron los estudios. La humedad en la cámara se midió utilizando termómetros de bulbo seco y húmedo y recurriendo a una carta psicrométrica. Para el ensayo con UV-A solo se trabajó a temperatura ambiente.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 5. Muestras para tratamiento abiótico (UV o UV más calor) dentro de la cámara de intemperismo acelerado.

Los tiempos de exposición fueron elegidos en función de que otros autores, de Quito, Ecuador (Quiroz et al., 2009) informaron haber hallado una degradación importante de polietileno, aunque en ese caso de alta densidad, aplicando luz UV-A y calor (63ºC) durante 500 h a 1000 h, dado que, si bien para esos tiempos de tratamiento no determinaron las propiedades mecánicas de los materiales expuestos, en cambio sí hallaron diferencias importantes con respecto al material original, sin tratar, a través de otras técnicas para evaluar la degradación ocurrida (espectroscopia infrarroja y calorimetría diferencial de barrido).
Luego del tiempo de cada tratamiento, las muestras se retiraron de la estufa o de la cámara, según correspondiera, se limpiaron, secaron y pesaron con la misma técnica utilizada para la obtención del peso inicial. Para la medición del peso después del tratamiento se empleó la balanza analítica mencionada anteriormente.
Cabe aclarar que no existen Normas para la determinación de degradación de plásticos por cambios en el peso de los mismos.
Se ensayaron 5 o más muestras en cada serie, para cada sentido de corte, y ya sea para las muestras sin exposición a los agentes físicos aplicados, o para cada tiempo de exposición a radiación UV y/o calor.
El equipo utilizado para las pruebas de tracción trabajó a una temperatura promedio de 23 +- 2ºC, y con una velocidad de alrededor de 1 mm/s (Figura 6).



Figura 6. Máquina utilizada para los ensayos de tracción de PEBD.

Se obtuvieron resultados de: Esfuerzo (Tensión) de tracción en MPa, y de Alargamiento porcentual de las muestras. Las pruebas de tracción y los cálculos correspondientes a las variables determinadas se realizaron según normas de origen nacional e internacional (ASTM, 2002; ASTM, 2003; IRAM Argentina, 1989)
Montes (2014) definen a la tenacidad como la capacidad de los materiales de absorber la energía de deformación tanto elástica como plástica, y una medida de la misma es el módulo de tenacidad a tracción que se puede obtener determinando el área bajo la curva de la gráfica esfuerzo - deformación completa (elástica y plástica) hasta la rotura. Para determinar el módulo de tenacidad de las muestras estudiadas se calculó el área bajo la curva de las gráficas obtenidas mediante el ensayo de tracción de cada muestra de PEBD mediante el uso de las herramientas que provee el programa Geogebra®.
En el caso de los resultados de ensayos de tracción, la degradación del plástico se determinó comparando la tensión y la deformación a rotura, como así también la tenacidad después de cada tratamiento con relación a los valores de referencia de los controles sin tratar

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de tensión y de deformación a rotura obtenidos en los ensayos de tracción se presentan en la Tabla 1.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Valores promedio de variables de deformación y de tensión a rotura obtenidas de los ensayos de tracción.

Tensión a Rotura [kPa]					Deformación a rotura [%]				
	Tratado					Tratado			
Control	UV	Q	UV + Q		Control	UV	Q	UV + Q	
	500h	500h	500h	1000h		500h	500h	500h	1000h
670	590	650	570	500	41	31	39	31	26

Cano et al. (2011), quienes estudiaron en México la degradación de PEBD tratado con radiación UV-A y calor (60 °C en lugar de 50°C de estos estudios) también informaron una disminución de deformación a rotura, aunque en ese caso desde 176 % hasta 152 %.
Otros autores, como Benítez et al. (2013) de Venezuela, Ojeda et al. (2009) de Brasil, e inclusive Cano et al. ya mencionados, también encontraron una disminución importante en la deformación a rotura, aunque trabajando con PEBD con aditivos oxo-degradantes en lugar de PEBD sin aditivos de estos estudios.
Los resultados de tenacidad para las muestras sometidas a pruebas de tracción, y los de aumentos de peso de las analizadas por mediciones gravimétricas, se encuentran en la Tabla 2.

Tabla 2. Tenacidad promedio y aumento de peso promedio de las muestras.

TRATAMIENTO	TENACIDAD [MPa]	AUMENTO DE PESO [mg]
Sin tratamiento (Controles)	170	---
UV-A, 500 h	140	10
Calor, 500 h	160	0
UV-A +calor, 500 h	120	5
UV-A + calor, 1000 h	100	11

No existen publicaciones de otros autores, para PEBD, ni puro ni con aditivos oxo-degradantes, con cuyos resultados puedan compararse los de este trabajo, tanto para determinaciones de peso como de tenacidad de las muestras para los diferentes tratamientos. El aumento de peso obtenido en algunos de los tratamientos aplicados en este estudio está relacionado con la captación de oxígeno molecular que ocurre en el mecanismo de oxo-degradación de plásticos (Arutchelvi et al., 2008; Vázquez et al., 2013).
En la Tabla 2 se observa, para las muestras tratadas con respecto a los controles de PEBD sin tratar, que hubo una disminución en la tenacidad del material estudiado, menos notoria para el tratamiento con calor, y más importante para los tratamientos con UV-A, sobre todo para aquéllos en los que ambos agentes físicos fueron aplicados simultáneamente, y en mayor medida para el tiempo de tratamiento de 1000 h con respecto al de 500 h.
Existe coherencia entre los resultados obtenidos, presentados en ambas tablas, en el sentido que las máximas variaciones de las diferentes variables medidas ocurrieron para tratamientos con radiación UV, y en particular de ésta combinada con calor, con mayor efecto degradativo a mayor tiempo de tratamiento del plástico.

4 CONCLUSIONES

A partir de los resultados de este estudio, se puede concluir que:

1) Es posible lograr, por tratamiento abiótico, especialmente aplicando simultáneamente radiación ultravioleta y calor, una degradación de películas de polietileno de baja densidad.
2) La degradación del plástico estudiado, como consecuencia del tratamiento abiótico, se hace evidente a través de un aumento de peso de las muestras, acompañado por una disminución de la tensión y de la deformación a rotura, como así también de la tenacidad del material.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3) Una mayor degradación de PEBD puede obtenerse con radiación UV con respecto a la aplicación de calor solo, en tanto las máximas variaciones corresponden a la aplicación de ambas variables a la vez, obteniéndose mejores resultados para un tiempo de tratamiento más prolongado.
4) Las modificaciones ocurridas durante un tratamiento abiótico de PEBD, con respecto al material sin tratar, podrían favorecer un posterior tratamiento biótico.

5 AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con subsidio de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy.

6 REFERENCIAS

Áldas, M. Paladines, A. Valle, V. Pazmiño, M. Quiroz, F. Effect of the Prodegradant-Additive Plastics. Polyethylene Recycling. *International Journal of Polymer Science*. 1-10. 10.1155/2018/2474176. 2018.

Alonso M.S. , Vilte E.D. , Apaza A.M. y Lozano A.R. Residuos plásticos de Jujuy: Caracterización en pesos y volúmenes, *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 4(2): 6.41-6.45. 2000

Alonso M.S., Madregal S.O., Saravia J.I., A.R. Lozano, Apaza A.M. y Vilte E.D. Biodegradation of plastics, Libro de trabajos del 4thLatin American Biodeterioration and BiodegradationSymposium LABS4. CITEFA. Buenos Aires. 2001.a.

Alonso M.S.,Apaza A.M., ViltеE.D., Lozano A.R., Madregal S.O. y Saravia J.I. Velocidad de biodegradación de polietileno en contacto con residuos orgánicos. Trabajos del V Congreso Latinoamericano de Ecología, K333, S.S. de Jujuy. 2001.b.

Alonso M.S., Viturro C.I, Vilte E.D., Lozano A.R. y Sueldo M.G. Biodegradación de polietileno evaluada con microscopía electrónica de barrido y espectroscopía infrarroja, *Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 73, 42-45, 2004.

Alonso M.S. y S.O. Madregal. Los residuos plásticos domiciliarios de S.S. de Jujuy en los últimos cinco años. Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA, Edit. Universidad Nacional de Jujuy, S.S. de Jujuy, 188-191. 2005

Alonso M.S., Madregal S.O. y Lozano A.R. Minimización de los residuos plásticos domiciliarios de San Salvador de Jujuy, Trabajos técnicos del 15º Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente, Buenos Aires. 2006

Arutchelvi, J.; Sudhakar, M.; Arkatkar, A.; Doble, M.; Bhaduri, S. and Uppara, P.V. Biodegradation of polyethylene and polypropylene. *Indian Journal of Biotechnology*. 7, 9-22. 2008

ASTM. Standard Test Method for Tensile properties of Thin Plastic Sheeting. Norma D882. West Conshohocken. 2002.

ASTM. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. Norma D638. West Conshohocken. 2003.

Benítez, A., Sánchez, J. J., Arnal, M. L and, Müller, A.J. Monitoring abiotic degradation of branched polyethylenes formulated with pro-oxidants through different mechanical tests.. *Polymer Degradation and Stability*, 98, 2, 1705–1716. 2013.

Cano M., Aragón G., León A., Osada M., Rabell M.F. y Vázquez A. Construcción de una cámara de intemperismo acelerado para evaluación de la degradación de plásticos en el ambiente. En: *Hacia la sustentabilidad: Los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima*. 507-513. 2011.

IRAM. Plásticos: ensayos de tracción, Norma 13316, Buenos Aires. 1989.

Jeong Jeon H. And M. Nam Kim, Degradation of linear low density polyethylene exposed to UV-radiation. *European Polymer Journal*, 42: 146-153. 2014

Montes, J.M. Cuevas, F.G. y Cintas, J. Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Parainfo Ed. España, 2014.

Ojeda F., Dalmolin E., Forte M., Jacques R., Bento F. Y Camargo F. Abiotic and biotic degradation of oxo-biodegradable polyethylenes. *Polymer degradation and stability*, 64: 965-970. 2009

Quiroz F., Cadena F, Sinche L., Chango I. y Aldás M. Estudio de la degradación en polímeros oxo-biodegradables. *Revista Politécnica*, 30(1):179-191. 2009.

Vázquez, Y.V.; Ressia, J.; Barbosa, S.E. y Vallés, E. Análisis del efecto de aditivos oxodegradantes sobre poliolefinas comerciales. *Trabajos del VII Congreso Argentino de Ingeniería Química*. Rosario, Santa Fe. 2013.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Modelos de formulación de trabajos finales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy

Cruz, Enrique N.[1]; Koeltzsch, Grit K.[2] y González, Soledad C.[3]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.
(2) Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Jujuy.
(3) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.
profecruz@yahoo.com.ar

RESUMEN: En esta ponencia se analizan 300 trabajos finales de grado y posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, para establecer la existencia de modelos en su formulación, y detectar particularidades en esta área de conocimiento científico y tecnológico. Mediante una metodología de interpretación cualitativa, se determinó la hipótesis que los trabajos finales de esta facultad reconocen un modelo de división en etapas, tienen aspectos específicos, y una particular secuencia de formulación del proyecto, realización de la investigación y elaboración del informe final.

ABSTRACT: This paper analyses 300 graduate and postgraduate final works at the Faculty of Engineering, National University of Jujuy, in order to establish the existence of models in its formulation, and to detect particularities in this area of scientific and technological knowledge. By means of a methodology of qualitative interpretation, we sustain the hypothesis that the final works of this faculty recognize a model of division in stages, they have specific aspects, and a particular sequence of project design, research accomplishment and final report preparation.

Palabras claves: Informes, Metodología investigación, Ingeniería

Keywords: Reports, Research Methodology, Engineering

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCION

En las carreras de grado y los posgrado cursados y dictados por docentes investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu), se han detectado en un proyecto de investigación (Vargas, et. al., 2014), y en la consultoría realizada entre 2015 y 2017 para más de 15 docentes estudiantes de posgrado en el en marco de un PROMINF; que alumnos de grado y posgrado tienen dificultades en la elaboración de los trabajos finales.

Para precisar el diagnóstico de esta problemática, se evaluó el análisis de la conclusión exitosa de los trabajos finales de grado y posgrado salvaguardados en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería desde su creación en 1981 a la actualidad de 2018, para de esta manera establecer la existencia o no de modelos de formulación, y detectar particularidades en su elaboración.

Esta indagación en particular se encuadra en el trabajo de investigación realizado en el Proyecto de investigación D/0143 de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la UNJu, que considera en general que se necesita evaluar metodologías de enseñanza de la investigación científica (Kuckartz, 2014) y diseñar TIC para la enseñanza en nivel educativo superior.

2 DESARROLLO

El objetivo de la investigación realizada fue analizar los trabajos finales (TF) presentados por alumnos de grado y por docentes posgraduados de la Facultad de Ingeniería de la UNJu, para establecer la existencia de modelos de formulación y detectar particularidades propias de esta área científica y educativa. Para ello se apeló a un registro cuantitativo de todos los TF salvaguardados en la Biblioteca de la facultad, y a un análisis cualitativa formal e interpretativo de su contenidos (Gil Flores, 1994). Obteniéndose como resultado el establecimiento de un modelo de formulación de TF (grado y posgrado), que presenta particularidades que inciden en su formulación, elaboración y proyección profesional de los graduados y posgraduados.

El contexto institucional del universo de estudio e investigación se trata de una Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Jujuy que también cuenta con las Facultades de Ciencias Agrarias, Humanidades y Ciencias Sociales, y Ciencias Económicas. Como población, se consideraron todos los trabajos salvaguardados en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería, para un total registrado desde el año 1981 a la fecha de 2018, de 265 TF de grado y 35 de posgrado. Trabajos finales de grado reglamentados por planes de estudio que arrancando en el año 1996, han registrado modificaciones en los años 2001, 2007 y 2010.

Tabla 1. TF de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Carrera	TF
Licenciatura en Sistema	28
Licenciatura en Enseñanza de la Química	1
Licenciatura en Ciencias Geológicas	5
Licenciatura en Tecnología de los Alimentos	23
Ingeniería Industrial	30
Ingeniería Química	53
Ingeniería Informática	111
Ingeniería en Minas	13
Ingeniería Metalúrgica	1
Total	265

Tabla 2. TF de posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Carrera	TF
Especialización	19
Maestría	5
Doctorado	11
Total	35

En el caso de los TF de posgrado, algunos corresponden a carreras impartidas en la facultad (por ejemplo Especialización en Vinculación Tecnológica), y otros son copias donadas a la biblioteca por docentes de la misma institución. Por otro lado, los TF de grado salvaguardados en la biblioteca no necesariamente corresponden al total de TF presentados por los estudiantes para graduarse, esto a pesar de que así lo indican las distintas reglamentaciones de los planes de

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

estudio. A pesar de estas dos cuestiones, la muestra elaborada se considera útil para el análisis que pretendemos realizar, porque es suficiente en relación a la variedad y representatividad de todas las carreras de grado y gran parte de los posgrados realizados por los docentes de la facultad.

Para analizar comparativamente la plétora de TF, se realizó un agrupamiento en base al carácter de científico y tecnológico, y otro en base a la denominación institucional. El primero estableció los siguientes tipos considerando en la clasificación las relaciones entre ciencia básica, ciencia aplica y técnica (Bunge, 1997): Trabajo de investigación Científica (I), incluyendo investigación científica básica e investigación aplicada; Trabajos de investigación y desarrollo experimental (I+D); Trabajos de desarrollo tecnológico (D+T); y Trabajos y proyectos de inversión (I+E).

El segundo agrupamiento se realizó teniendo en cuenta los múltiples contextos sociológicos (institucional, académico de pares y profesional) que entran a jugar en la producción científica (Knorr Cetina, 2005). Lo que dio lugar en el caso analizado a las siguientes denominaciones: tesis de licenciatura, trabajo final para licenciatura, trabajo para título de grado, trabajo final de grado, proyecto final de grado, proyecto final y proyecto. A partir de esto se establecieron como criterios formales para establecer la comparación sobre la muestra el título del TF, la denominación, la cantidad de autores, la institución, tipo de investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D, D+T, I+E), categoría académica, tipo de encuadernación y bibliografía (cantidad y calidad). Como criterios interpretativos, las partes, la secuencia y relaciones de los contenidos, y los significados asignados de los TF.

Tabla 3. Resumen de contenidos de TF de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Tesis licenciatura	Proyecto final	Trabajo final grado
Agradecimiento y dedicatoria	No consigna	Agradecimiento y dedicatoria
Presentación en reunion científica	Resumen o síntesis	Resumen ejecutivo
Indices	Normativa legal	No consigna
Siglas utilizadas	Introducción	Introducción
Resumen	Estudio de mercado	No consigna
Introducción	Tamaño y localización	No consigna
Materiales y métodos	Métodos, técnicas, proceso	Desarrollo
Resultados y discusiones	Ingeniería del proyecto	Evaluación
Conclusión	Evaluación	Conclusión
Bibliografía	Bibliografía	Bibliografía
Anexo	Anexo	No consigna

Tabla 4. Resumen de contenidos de TF de posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Tesis maestría	Tesis doctoral
Agradecimiento y dedicatoria	Agradecimiento y dedicatoria
Glosario	Presentación en reunion científica
Resumen	Índices
Introducción	Resumen
Análisis e investigación	Introducción
Desarrollo experimental, estudio de mercado	Antecedentes del tema
Ingeniería del proyecto	Materiales y métodos
Evaluación	Resultados y discusiones
Gestión ambiental	Conclusiones
Conclusión	Bibliografía
Bibliografía	Conclusiones generales
No consigna	Proyecciones
Anexo	Apéndice

3 RESULTADOS

El análisis comparativo de la muestra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, ha permitido establecer la existencia de un modelo de TF estructurado en “Etapas”.

3.1 Etapa 1. Análisis e investigación

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

El análisis e investigación es la primera etapa en los TF. Su importancia radica en que allí se elige el tema, se lo problematiza y se lo resuelve a través de un estudio que llenara todas las siguientes y dentro del cual lo primero es la determinación del problema, distinguiéndose entre el problema conceptual y el problema práctico.
A continuación sigue la realización del "Análisis e investigación" propiamente dicho, como un conjunto de tareas que en algunos TF se sintetizan con el concepto de "Investigación". Las tareas acá consisten en descomponer el problema en cuestión en todas sus partes constitutivas, realizando una previa o conjunta identificación de los elementos y de las mutuas relaciones y circunstancias concretas en donde aparece el problema.

3.2 Etapa 2. Diseño

Elaborado y formulado el problema, y analizadas e investigadas las distintas respuestas dadas a la solución planteada a partir del mismo análisis e investigación (y de ellas seleccionada una o inventada una de ellas), sigue en secuencia la etapa del "Diseño" en que se considera la realización de dos tareas: una primera de toma de decisión, y la segunda, de elaboración proyectual de la respuesta dada a la solución analizada e investigada en la etapa precedente.
Luego del "Diseño", sigue la "Elaboración proyectual", que es la concepción y realización del sistema intencional de acciones capaces de transformar objetos concretos de forma eficiente, para conseguir un objetivo que se considera valioso, es decir: concebir un sistema técnico. Así se bosqueja la alternativa seleccionada y especifican la forma, características y dimensiones. Especificaciones que se hacen para ser comprendidas por cualquier persona. Explicitándose los elementos, medios, y costos a cubrir.

3.3 Etapa 3. Organización

En esta etapa se elabora la información que se necesita para resolver el problema, por eso es que en alguno TF se conoce también como "Estado del arte" o "Estado de la cuestión". Se especifican las tareas que hay que llevar a cabo, quien y como las realizaran, cual es la secuencia para terminar más, mejor y eficazmente la tarea; y finalmente, se aclara si se pueden realizar simultáneamente.
En esta etapa también se explicita y desarrolla en detalle la metodología (elegida y elaborada a partir del estado de la cuestión o estado del arte) que se utilizará en el proyecto científico y tecnológico. Distinguiéndose a veces la metodología, del marco teórico y las técnicas.

3.4 Etapa 4. Realización

En función de lo establecido y determinado en la etapa anterior de "Organización", se realizan las tareas establecidas. En particular, lo que se elabora es el desarrollo y puesta a prueba del método y las técnicas elaboradas en virtud del marco teórico, se haya o no explicitado este. La etapa de la realización, por lo general, corresponde casi exclusivamente a los TF de desarrollo tecnológico, más que a los TF de investigación y desarrollo experimental, pues estos segundos más bien completan su trabajo en la etapa anterior y de allí pasan a la siguiente de "Evaluación".
En los TF de servicios o transferencia tecnológica o proyecto de desarrollo tecnológico (D+T), esta etapa corresponde por lo general a lo que se conoce como "Ingeniería" del proyecto. Consta como tal una presentación de tipo justificativa y de fundamentación del trabajo, producto o servicio a desarrollar, realizada en base a la "historia" de la tecnología de fabricación del producto o del servicio a desarrollar. A continuación sigue la descripción más o menos detallada del proceso de fabricación del producto con una selección de los equipos necesarios para su fabricación, y una descripción analítica del lugar y ubicación de la planta de producción. "Ingeniería" del proyecto que también puede comprender los cálculos teóricos y de diseño del equipo en cuestión, y para la fabricación del producto. Finalmente, la "Ingeniería" del proyecto termina con una explicitación de los sistemas de control y regulación y una conclusión vinculada a la propia ingeniería.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3.5 Etapa 5. Evaluación

En esta etapa se evalúa el resultado de la organización y de la realización del proyecto, teniendo en cuenta si se solucionó el problema, si tiene fallas y cuáles son, como se puede mejorar y como hacer efectiva las mejoras. Específicamente se propone y realiza una evaluación interna que toma en consideración factores relacionados con la eficiencia, y una externa respecto de la utilidad o valor que el diseño tiene para el usuario o la sociedad en conjunto.

La evaluación pretende medir objetivamente ciertas magnitudes en torno a las cuestiones de las ventajas o desventajas cualitativas y cuantitativas que traería aparejado el proyecto. Considerándose también una evaluación del marco de la realidad económica y social e institucional vigente en la realidad de un país, la evaluación social que compara los beneficios y costos que el desarrollo del proyecto tiene para la comunidad, y evaluaciones de beneficios y costos de carácter intangibles, así como las externalidades vinculadas a cuestiones ecológicas y culturales (Sapag Chain y Sapag Chain, 2003).

3.6 Conclusión y bibliografía

No se reconoce esta parte de los TF como una etapa, porque existe una marcada relevancia asignada a la etapa evaluativa. El registro de la conclusión consiste en una presentación analítica del estudio o del desarrollo tecnológico realizado, a veces señalando la continuidad del proyecto y planteando trabajos futuros a partir del descubrimiento, revisión o estudio, o de la innovación propuesta y realizada.

En cuanto a la bibliografía, tampoco se considera una instancia relevante, sino como "Referencia" bibliográfica directa y específica del estudio realizado, el método y técnicas seleccionadas, y de los trabajos referentes a la fabricación e ingeniería del producto, y también textos correspondientes a la evaluación económica.

4 CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los TF de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, ha permitido concluir con las siguientes cuestiones. Se ha determinado que la praxis desarrollada en la muestra desde 1981 a 2018 ha dado lugar a un *habitus* académico (Bourdieu, 1977; 2008) de elaboración de TF por medio de "Etapas" en las que se distingue el relevante lugar de la "Evaluación". También se registra la posibilidad de un trabajo colaborativo y el reconocimiento de instancias de validación/evaluación previas a su presentación y defensa institucional. Otros dos aspectos es que la tradicional secuencia de los TF de tema-proyecto-investigación-tesis, es reemplazada por otra que relativiza el lugar del proyecto. Finalmente la no consideración de la bibliografía como una "Etapa", genera una minusvaloración de esta parte relevante en todo TF de grado y posgrado del área de las ingenierías (Weatherford, 2016).

5 REFERENCIAS

Bourdieu, P., Outline of a theory of practice, Cambridge University Press, Cambridge, 1977.

Bourdieu, P. Homo academicus, Siglo XXI editores, Buenos Aires, 2008.

Bunge, M., Ciencia, Técnica y Desarrollo, Sudamericana, Buenos Aires, 1997.

Gil Flores, J., Análisis de datos cualitativos. Aplicaciones a la investigación educativa, Edit. PPU, Barcelona, 1994.

Knorr Cetina, K., La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, 2005.

Kuckartz, U., Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren, Springer VS, Wiesbaden, 2014.

Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R., Preparación y evaluación de proyectos, McGraw-Hill Interamericana, México DF, 2003.

Vargas, A., Cruz, E. N. y Sánchez Rivero, D., Producción y uso social de la investigación científica y tecnológica. Los proyectos de I-D de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy (1980-2011), Jujuy, Informe final F4, Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy, inédito, Jujuy, 2014.

Weatherford, D.-J., Technical Writing for Engineering Professionals, OK: PennWell Books, Tulsa, 2016.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Método para formación de grupos de estudiantes en un ambiente de aprendizaje ubicuo

Quintana Cancinos, Fernando D.[1] y Alvarez, Margarita M.[2]

(1) Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. e-mail: f.quintana88@yahoo.com.ar
(2) Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. e-mail: alvarez@unse.edu.ar

RESUMEN: El desarrollo de las tecnologías inalámbricas y dispositivos móviles ha sufrido un gran avance, permitiendo el surgimiento de la computación ubicua y en el campo de la educación estos avances han logrado la aparición del aprendizaje ubicuo. Este paradigma de aprendizaje permite el aprendizaje del contenido correcto, en el lugar, momento y de la manera correcta.
Por otra parte, el aprendizaje colaborativo se define como "una situación, en la cual dos o más personas aprenden o buscan aprender algo juntas". Uno de los principales factores de éxito en este aprendizaje es la formación de grupos de aprendizaje. Sin embargo, las diversidades sociales, culturales, psicológicas y cognitivas de los alumnos hacen que la operación de formar estos grupos sea una tarea difícil. En el caso del aprendizaje ubicuo, a todo esto, se suma la necesidad de considerar las condiciones contextuales (horarios, objetos de interés del contexto, lugar del aprendizaje, luminosidad, etc.) que pueden influir en el éxito de un aprendizaje colaborativo y situado.
En consecuencia, en este trabajo se propone un método para generar recomendaciones personalizadas a un estudiante, sobre compañeros para desarrollar tareas colaborativamente en un ambiente de aprendizaje ubicuo.

Palabras claves: grupos colaborativos, aprendizaje ubicuo

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

La enseñanza y el aprendizaje en la educación superior están cambiando. El aprendizaje activo se ha convertido en un enfoque importante en este cambio pedagógico. Este método implica una forma de aprendizaje en la cual la enseñanza se esfuerza por involucrar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje más directamente que en otros métodos. Como elementos importantes de la teoría y práctica del aprendizaje activo se encuentran una amplia variedad de prácticas y de aprendizaje colaborativo (AC) (Burke, 2011).

El AC representa un enfoque educativo que (Dillenbourg, 1999) define como "una situación, en la cual dos o más personas aprenden o buscan aprender algo juntas". Se desarrolla en una colectividad no competitiva, en la cual todos los miembros del grupo colaboran en la construcción del conocimiento y contribuyen al aprendizaje de todos. Es, en primera instancia, un aprendizaje activo, donde los alumnos asumen roles desde múltiples perspectivas que representan diferentes pensamientos, ideas o pre-saberes, y el conocimiento se aprende en contextos reales para ser aplicado en situaciones cotidianas. A partir de eso, el trabajo final del grupo colaborativo tendrá lugar cuando se llegue a la recolección de un producto que requiera de la aplicación efectiva de habilidades de pensamiento superior.

Por otra parte, el desarrollo de la tecnología en comunicaciones inalámbricas y dispositivos móviles ha experimentado un gran avance en los últimos tiempos, permitiendo el desarrollo de la computación ubicua. Particularmente, en el campo de la educación, la computación ubicua ha permitido el surgimiento de una nueva forma de aprendizaje: el aprendizaje ubicuo (AU), que designa al conjunto de actividades formativas, apoyadas en tecnología, que están accesibles en cualquier lugar y desde cualquier dispositivo. Por lo tanto, este paradigma de aprendizaje tiene lugar en un entorno de computación ubicua que permite el aprendizaje del contenido correcto, en el lugar correcto, momento correcto y de la manera correcta (Yahya, Ahmad, Jalil, & Mara, 2010).

El aprendizaje colaborativo que integra la tecnología de la información basada en computadora ha permitido el surgimiento de una nueva rama del AC llamada Aprendizaje Colaborativo Soportado por Computadora (ACSC). EL ACSC es un modelo educativo que se centra en el uso de las tecnologías de información y comunicación como herramientas para potenciar el aprendizaje colaborativo (Koschmann, Kelson, Feltovich, & Barrows, 1996). Por lo general los ambientes CSCL involucran estudiantes distribuidos en grupos que trabajan juntos sobre un problema o proyecto común (Stahl, 2004). En esta modalidad se presentan los mismos elementos del aprendizaje colaborativo, pero la dinámica varía por el uso de una herramienta que apoya el aprendizaje.

Además, el rápido avance en el desarrollo de la comunicación inalámbrica y el crecimiento continuo de los dispositivos de mano móviles ha llevado que el AC se haga posible en situaciones móviles y entornos del mundo real, dando lugar al Aprendizaje Colaborativo Soportado por Dispositivos Móviles (M-ACSC) (Zurita & Nussbaum, 2004) e incluso al Aprendizaje Colaborativo Soportado por computación ubicua (UC-ACSC) (Hwang, Hsu, & Huang, 2007).

Es así que, en el entorno de aprendizaje ubicuo, es posible proporcionar activamente formas de identificar a los colaboradores adecuados, los contenidos correctos y los servicios adecuados en el lugar correcto en el momento adecuado de acuerdo a la información del contexto circundante individual de los estudiantes (El-Bishouty, Ogata, & Yano, 2007). (Burbules, 2012) destaca que el aprendizaje ubicuo crea un recurso para apoyar el aprendizaje situado y remarca que la colaboración es una ventaja para este tipo de aprendizaje y, de hecho, para muchos propósitos, es indispensable. La potencialidad de un recurso ubicuo a menudo reside en las contribuciones que hacen varias personas.

Por otro lado, la formación de grupos de aprendizaje eficaces representa uno de los factores importantes que determinan la eficiencia del AC (Amara & Santos, 2016). De acuerdo con (Dillenbourg, 2002), los estudios demuestran que se requieren tres condiciones clave para cualquier AC exitoso: las características de la tarea, los medios de comunicación y la composición del grupo. Sin embargo, las diversidades sociales, culturales, psicológicas y cognitivas de los alumnos hacen que la operación de formar grupos de aprendizaje adecuados sea una tarea difícil y que consume mucho tiempo.

En el caso del aprendizaje ubicuo, a todo esto, se suma la necesidad de considerar las condiciones contextuales que pueden influir en el éxito de un aprendizaje colaborativo y situado. Por ejemplo,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

condiciones ambientales, horarios, objetos de interés del contexto, lugar del aprendizaje, etc.
En consecuencia, en este trabajo proponemos un método para generar recomendaciones personalizadas a un estudiante, sobre compañeros con los que puede desarrollar una tarea colaborativamente en un ambiente de aprendizaje ubicuo.

2 APRENDIZAJE UBICUO

El AU consciente del contexto es una aproximación innovativa que integra tecnologías wireless, móvil y consciente del contexto para detectar la situación de estudiantes en el mundo real y provee ayuda adaptativa o una guía adecuada.
(Yahya et al., 2010) proponen la siguiente definición: "AU es un modelo de aprendizaje que tiene lugar en un entorno de computación ubicua que permite aprender lo correcto, en el lugar y tiempo correcto y de la manera correcta". En esta definición se evita el uso del término "cualquier cosa, en cualquier lugar y en cualquier momento". Esto es debido al desafío que implica en un mundo rico en información, la presentación de lo correcto, en el momento adecuado y de la manera correcta; y no sólo que la información esté disponible en cualquier momento. El objetivo principal de hacer esto es ayudar a los estudiantes a obtener la información exacta que están buscando en un determinado momento.
El AU es un tipo especial de educación a distancia que se define como un entorno que es compatible con computadoras integradas e invisibles en la vida cotidiana. Por lo tanto, soportan un aprendizaje dinámico mediante la comunicación con los dispositivos integrados en el medio ambiente del estudiante. La comunicación entre los dispositivos y los sensores integrados en el entorno permite aprender a aprender, mientras que los estudiantes están en movimiento integrándose así a su ambiente de aprendizaje. Al ser situado en un entorno auténtico permite el acceso oportuno a la información. Se aplica principalmente al aprendizaje de conocimiento procedimental con información de contexto auténtico, por lo que es adecuado para realizar actividades que permiten el logro de habilidades y capacidades en la realización de experimentos complejos. Permiten una personalización no sólo en base al estilo de aprendizaje y los conocimientos previos del estudiante sino con los aspectos e información del contexto tales como la ubicación, el momento, los diferentes dispositivos, etc. Amplía las posibilidades de diseñar actividades educativas innovadoras que pueden ser llevadas a cabo dentro o fuera de un espacio físico (indoors y outdoors) gracias a la posibilidad de sensar el contexto. Facilita el acceso y la colaboración ya que recibe retroalimentación instantánea y consejos. El AU es adecuado para la evaluación de las actividades de aprendizaje del mundo real. Las estrategias son especialmente el aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje auténtico, andamiaje y aprendizaje cognitivo (Liu & Hwang, 2019).

3 APRENDIZAJE COLABORATIVO

Es una forma de aprendizaje en la cual un grupo de personas trabajan en equipo para alcanzar una meta académica. Con esta actividad se busca potenciar el aprendizaje de los participantes mediante la interacción entre los mismos, quienes poseen diferentes niveles de conocimiento, estilos de aprendizaje, género, personalidad, conocimientos previos, etc.
(Dillenbourg, 1999) define al AC como una situación en donde dos o más personas aprenden o tratan de aprender algo juntos.
Así, el autor cuando se refiere a "dos o más" se puede interpretar como un par, un grupo pequeño (de 3 a 5 sujetos), una clase (20 a 30 personas), una sociedad (varios miles a millones de personas). Segundo, expresa que "aprender algo" puede interpretarse como "realizar un curso", "estudiar el material de un curso", "realizar actividades de aprendizaje como la resolución de un problema", "aprender de prácticas de trabajo a través de toda la vida", etc. Por último, "juntos" se puede interpretar como diferentes formas de interacción: cara a cara o mediante computadora, síncrona o no, frecuente en el tiempo o no, si es realmente de trabajo conjunto o si el trabajo es dividido en una forma sistemática.
(Gokhale, 1995) también define al AC como "un método de instrucción en el cual estudiantes de varios niveles de rendimiento trabajan juntos en pequeños grupos hacia una meta común. Los estudiantes son responsables del aprendizaje de los demás así como del suyo propio. Así, el éxito de un estudiante ayuda a otros estudiantes a ser exitosos."

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Sin embargo, (Dillenbourg, 1999) afirma que el AC no es un mecanismo ni un método. Respecto al primero dice: si se habla sobre "aprender de la colaboración", también se debe hablar sobre "aprender estando solo". Los sistemas cognitivos individuales no aprenden porque son individuales, sino porque realizan actividades (lectura, generación, predicción, etc.) que activa algunos mecanismos de aprendizaje (inducción, deducción, compilación, etc.). De manera similar, los pares no aprenden porque sean dos, sino porque, realizan actividades que activan mecanismos de aprendizaje específicos. Esto incluye las actividades o mecanismos realizados de forma individual, ya que la cognición individual no es suprimida en la interacción entre pares.

Respecto al segundo: el AC no es un método por la baja predictibilidad de tipos específicos de interacciones. Básicamente, el AC toma la forma de instrucciones a sujetos, ajustes físicos, u otras condiciones institucionales. Por lo tanto, la situación colaborativa es un tipo de contrato social, ya sea entre pares o entre pares y el profesor (entonces se habla de un contrato didáctico). Este contrato especifica condiciones donde algún tipo de interacciones pueden ocurrir, no hay garantía de que ocurran.

De esto surge una definición más refinada del AC que lo describe como una situación en la cual formas particulares de interacciones entre personas se espera que ocurran, que podrían activar mecanismos de aprendizaje, pero no hay una garantía de que las interacciones esperadas realmente ocurran.

4 FORMACIÓN DE GRUPOS

De acuerdo con (Dillenbourg, 2002) los estudios demuestran que se requieren tres condiciones clave para cualquier AC exitoso: las características de la tarea, los medios de comunicación y la composición del grupo. Sin embargo, las diversidades sociales, culturales, psicológicas y cognitivas de los alumnos hacen que la operación de formar grupos de aprendizaje adecuados sea una tarea difícil y que consume mucho tiempo.

En un grupo de aprendizaje, cada participante asume su propio ritmo y potencialidades, impregnando la actividad de autonomía, pero cada uno comprende la necesidad de aportar lo mejor de sí al grupo para lograr un resultado sinérgico, al que ninguno accedería por sus propios medios.

Según (Díaz Barriga & Hernandez, 1999) el AC se caracteriza por la igualdad que debe tener cada individuo en el proceso de aprendizaje y la mutualidad, entendida como la conexión, profundidad y bidireccionalidad que alcance la experiencia, siendo ésta una variable en función del nivel de competitividad existente, la distribución de responsabilidades, la planificación conjunta y el intercambio de roles.

Existen al menos tres formas de poner en práctica el aprendizaje colaborativo: la interacción de pares, el tutoreo de pares y el grupo colaborativo (Tudge, 1994). La diferencia entre ellos está determinada por la igualdad en los niveles de rendimiento que exista entre los integrantes.

Los grupos colaborativos vinculan aprendices de distinto nivel de habilidad, género y procedencia; acumulan el puntaje en forma individual y grupal a lo largo de todo el período, lo que estimula la interdependencia y asegura la preocupación de todos por el aprendizaje de todos, pues el éxito colectivo depende del éxito individual. En este caso el docente debe ser más que un mediador, propiciando un proceso grupal efectivo (Jonhson & Jonhson, 1992) y (Vásquez, Jonhson, & Jonhson, 1993). El grupo puede ser estable o permanente, inestable o circunstancial y de base, que es aquel que va más allá del ámbito académico, desarrollando actividades de soporte y apoyo para el desarrollo integral de sus integrantes.

La adecuada formación del grupo es un elemento importante que puede determinar el éxito o fracaso en el alcance de la meta. (Cruz & Isotani, 2014), citan a Dillenbourg diciendo que "la formación de grupos sin una consideraciones cuidadosas (por ejemplo, aleatorias), generalmente causan problemas como la participación desproporcionada de individuos, desmotivación y resistencia al trabajo grupal en actividades futuras."

Formar un grupo de aprendizaje significa obtener aprendices que se unan al grupo como miembros y asignarle un rol específico en el grupo a cada uno. La formación debe estar soportada fundamentalmente por teorías de aprendizaje.

La productividad del grupo es determinada por que tan bien trabajan juntos los miembros. A veces, los grupos homogéneos son mejores para alcanzar metas específicas; sin embargo, cuando se combinan estudiantes con diferentes habilidades, experiencias e intereses (grupos heterogéneos), ellos sobrepasan a los grupos homogéneos en un

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

rango más amplio de tareas. (Martin & Paredes, 2004).

5 MÉTODO PROPUESTO

El método propuesto para la formación del grupo colaborativo comienza con la solicitud de un estudiante de realizar una actividad colaborativa, luego se seleccionan los pares que cumplen con las condiciones para formar parte del grupo mediante un algoritmo de Optimización de Colonia de Hormigas. El algoritmo está basado en el comportamiento de las hormigas que son animales casi ciegos que establecen rutas más cortas desde su colonia a las fuentes de alimentación y viceversa. Se encontró que el medio utilizado para comunicar la información entre los individuos con respecto a los caminos, y que se usa para decidir a dónde ir, consiste en que una hormiga en movimiento pone algunas feromonas (en cantidades variables) en el suelo, marcando así el camino por un rastro de esta sustancia. Así, una hormiga para encontrar un camino previamente establecido detecta las feromonas y decide seguir el camino con una alta probabilidad y, además, lo refuerza con la incorporación de su propia feromona. El comportamiento colectivo que emerge es una forma de comportamiento autocatalítico donde mientras más hormigas siguen un rastro, más atractivo se vuelve el rastro para seguirlo. El proceso se caracteriza por un ciclo de retroalimentación positiva, donde la probabilidad que una hormiga elija un camino aumenta con el número de hormigas que anteriormente eligieron el mismo camino (Dorigo, Birattari, & Stützle, 2006).

El escenario y la situación son los siguientes:

1. El alumno solicita realizar una actividad colaborativa. Lo que envía una solicitud de formación de grupo a un servicio Web.
2. El servicio confecciona un listado con los candidatos a formar el grupo colaborativo para realizar la actividad. Este listado se obtiene consultando de una base de datos los alumnos que cumplan con las siguientes condiciones:
   - No haber realizado la actividad colaborativa actual.
   - Deben haber concluido con los temas y/o actividades colaborativas anteriores que son pre-requisitos para realizar la actividad ubicua y colaborativa actual.
3. El servicio solicita la localización a las aplicaciones de los alumnos que cumplen con las condiciones anteriores.
4. La aplicación que se encuentra en el dispositivo del alumno obtiene la ubicación actual. Si este se encuentra dentro del rango de la universidad contesta al servidor con la ubicación, de lo contrario no hace nada.
5. Una vez obtenida la ubicación, la aplicación en el servidor corre el algoritmo para la formación del grupo colaborativo. Para esto se propone la utilización del Algoritmo de Optimización de Colonia de Hormigas descripto a continuación:

   Establecer parámetros, inicializar pistas de feromonas

   mientras *condición de finalización no cumplida:*
   ConstruirSolucionHormigas
   ActualizarFeromonas

   finmientras

   Donde

   - *condición de finalización:* cantidad de iteraciones máxima alcanzada o todas las hormigas utilizan el mismo camino.
   - *ConstruirSolucionHormigas:* se posiciona una hormiga H_i, sobre un nodo N_i del grafo, con $i = 1 \ldots n$, que representa a los estudiantes y a las distancias entre ellos. Cada hormiga tiene asociada una lista con los nodos que visita. El primer elemento de esta lista es igual al nodo en el que la misma inicia. De ahí en mas, cada hormiga se mueve de un nodo i a un j eligiendo el próximo nodo a visitar de acuerdo a una función de probabilidad, con parámetros α y β. El primero, da información de cuantas hormigas han pasado por ese camino, y el segundo que mientras mas cercano sea un nodo, mas probabilidad de elegir ese camino. La situación se puede observar en la Fig. 1.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

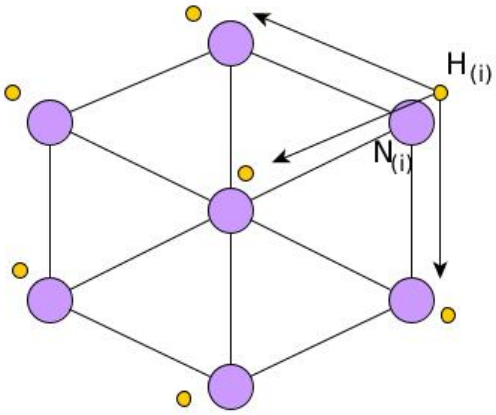


Figura 1. Algoritmo de Optimización de Colonia de Hormigas.

- *ActualizarFeromonas:* El objetivo de la actualización de la feromona es el de incrementar los valores de la feromona asociados a una solución buena o prometedora, y decrementar esa asociada a las malas. Esto se alcanza al decrementar los valores de la feromona a través de la evaporación, y del incremento de los niveles de la feromona asociados al conjunto de buenas soluciones.

6. Cuando se cumpla la condición de finalización del algoritmo, se obtendrá el camino mas corto que una a todos los nodos (alumnos) del grafo. Para determinar quienes formarán parte del grupo, se tomarán los primeros nodos del camino hasta completar la cantidad de alumnos necesaria para realizar la actividad (cantidad de alumnos mayor o igual a dos y menor o igual a un máximo definido para la actividad). Una vez formado el grupo, envía un mensaje a todos los alumnos informando la formación del grupo.

6 ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

La arquitectura propuesta para la implementación de la aplicación constaría de dos componentes fundamentales:

a. Una aplicación del lado del cliente, instalada en el teléfono móvil del mismo. Este componente se encargaría de:
   - Realizar la solicitud de formación de grupo de trabajo colaborativo.
   - Obtener ubicación del cliente.
   - Enviar ubicación al servidor.

b. Un Servicio Web, que es el encargado de:
   - Confeccionar un listado con los candidatos a formar el grupo colaborativo, controlando las condiciones para realizar la actividad actual.
   - Enviar la solicitud de ubicación a la aplicación de los posibles miembros del grupo.
   - Correr el algoritmo de optimización de colonia de hormigas para la formación del grupo.
   - Informar a los miembros del grupo, de la formación del mismo.

Se considera esta arquitectura para la implementación dado que muchos lenguajes de programación poseen librerías para trabajar con los

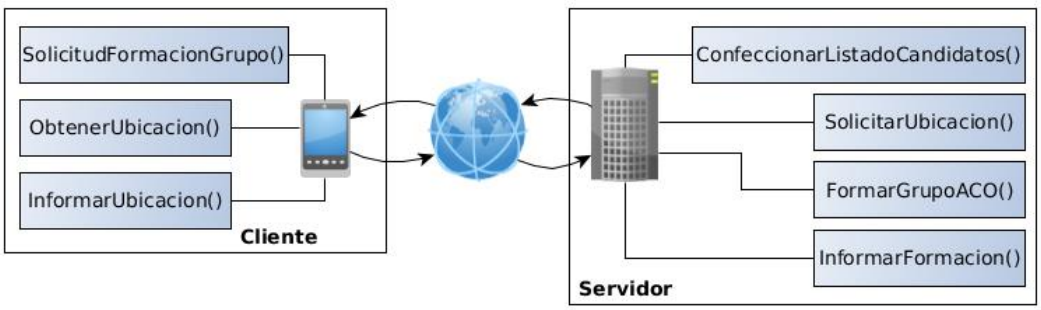


Figura 2. Arquitectura de la Aplicación.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

protocolos de internet y aprovechar la conexión a internet de los teléfonos móviles.
La arquitectura se representa en la Fig.2:

7 APLICACIONES DE LA OPTIMIZACIÓN DE COLONIA DE HORMIGAS

En (Dorigo et al., 2006) afirman que se encuentran disponibles una gran variedad de aplicaciones exitosas de la ACO (Ant Colony Optimization) a un gran rango de problemas de optimización discreta. La gran mayoría de estas aplicaciones para problemas NP-Duros; que son, problemas para los cuales los algoritmos mejor conocidos que garantizan encontrar una solución óptima tienen una complejidad de tiempo exponencial en el peor caso. El uso de tales algoritmos es generalmente no factibles en la práctica, y los algoritmos ACO pueden ser útiles para encontrar una solución rápida de alta calidad. Otras aplicaciones populares son para problemas del camino dinámico mas corto ,crecientes en los problemas de redes de computadora. El número de aplicaciones exitosas a problemas académicos han motivado a las personas a adoptar ACO para la solución de problemas industriales, probando que esta técnica de inteligencia computacional es también útil en aplicaciones del mundo real.
Hasta aquí, ACO ha sido probado probablemente en mas de cien problemas NP-Duros diferentes. Muchos de los problemas abordados pueden considerarse dentro de las siguientes categorías: problemas de enrutamiento a medida que surgen, por ejemplo, la distribución de bienes; problemas de asignación, donde un conjunto de items (objetos, actividades, etc.) tienen que ser asignados a un número dado de recursos (lugares, agentes, etc.) sujetos a un conjunto de restricciones; problemas de programación, los cuales –en el sentido mas amplio– se preocupan de la distribución de recursos escasos a tareas en el tiempo; y problemas de conjuntos, donde la solución a un problema se considera que es la selección de un subconjunto disponible de items. Además, ACO ha sido aplicado exitosamente a otros problema emergentes en campos como el machine learning y la bionformática.

8 CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue proponer un método para la formación de grupos colaborativos para realizar una actividad en un ambiente ubicuo. Con la aplicación del filtrado inicial y luego la utilización del algoritmo de optimización, es posible la formación rápida y óptima de un grupo para la realización de un trabajo colaborativo. Se han considerado parámetros y condiciones académicos de los alumnos como no haber realizado la actividad ubicua y colaborativa actual y, tener aprobados los pre-requisitos necesarios para la realización de la actividad. Además, se consideró la ubicación del estudiante y de sus compañeros de forma que el algoritmo agrupe de acuerdo a la cercanía de los mismos.
Aprovechando los atributos del método de Colonia de Hormigas se espera en una próxima etapa concluir con un prototipo de aplicación que implemente las funciones descriptas en este trabajo.

6 REFERENCIAS

Amara, S., & Santos, A. (2016). Group Formation in Mobile Computer Supported Collaborative Learning Contexts : A systematic literature review, (April).

Burbules, N. C. (2012). El aprendizaje ubicuo y el futuro de la enseñanza Ubiquitous Learning and the Future of Teaching L'apprentissage omniprésent et l'avenir de l'enseignement, 13(2), 3–14.

Burke, A. (2011). Group Work : How to Use Groups Effectively, 11(2), 87–95.

Cruz, W. M., & Isotani, S. (2014). Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts : A Systematic Mapping of the Literature Group Formation Algorithms in Collaborative Learning Contexts : A Systematic Mapping of the Literature, (September). https://doi.org/10.1007/978-3-319-10166-8

Díaz Barriga, F., & Hernandez, G. (1999). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. Una interpretación constructivista.

Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning ? To cite this version : HAL Id : hal-00190240 What do you mean by ' collaborative learning '?

Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL : The risks of blending collaborative learning

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

with instructional design . To cite this version : HAL Id : hal-00190230.

Dorigo, M., Birattari, M., & Stützle, T. (2006). Ant Colony Optimization, (November).

El-Bishouty, M. M., Ogata, H., & Yano, Y. (2007). PERKAM: Personalized Knowledge Awareness Map for Computer Supported Ubiquitous Learning, 10(3), 122–134.

Gokhale, A. A. (1995). Collaborative Learning Enhances Critical Thinking. *Journal of Technology Education*, 7. https://doi.org/https://doi.org/10.21061/jte.v7i1.a.2

Hwang, Hsu, & Huang. (2007). A Study on Ubiquitous Computer Supported Collaborative Learning with Hybrid Mobile Discussion Forum.

Jonhson, & Jonhson. (1992). Cooperative learning increasing.

Koschmann, T., Kelson, A. C., Feltovich, P. J., & Barrows, H. S. (1996). Computer-supported problem-based learning: A principled approach to the use of computers in collaborative learning.

Liu, G., & Hwang, G. (2019). A key step to understanding paradigm shifts in e-learning: towards context-aware ubiquitous learning Gi-Zen Liu and Gwo-Jen Hwang, 41(2), 1–9. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.00976.x

Martin, E., & Paredes, P. (2004). USING LEARNING STYLES FOR DYNAMIC GROUP, 1–8.

Stahl, G. (2004). Building collaborative knowing, 53–85.

Tudge. (1994). Vigotsky: La zona del desarrollo próximo y su colaboración en la práctica del aula.

Vásquez, Jonhson, & Jonhson. (1993). The impact of cooperative learning on the perfrmance and retention of US Navy Air Traffic Controller Trainees. *The Journal of Social Psicology*.

Yahya, S., Ahmad, E. A., Jalil, K. A., & Mara, U. T. (2010). The definition and characteristics of ubiquitous learning : A discussion, 6(1).

Zurita, G., & Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers, 42, 289–314. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2003.08.005

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Respuesta de Prosopis alba a distinta disponibilidad hídrica generada por riego y exclusión de lluvias en plantación

Coronel, F. P.[1]; Cisneros, A. B.[2]; Cortes, F.[2] ; Gulotta, M.[2] y Fernández M. E[3]

(1) CONICET-Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. fanypc03@gmail.com
(2) Facultad de Ciencias Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
(3) CONICET-INTA TANDIL

RESUMEN: *Prosopis alba* es una especie nativa de gran importancia ecológica y económica en el Gran Chaco, que seguramente se verá afectada por el Cambio Climático. El objetivo del trabajo fue describir los mecanismos de respuesta frente a la sequía en plantas jóvenes (9 años). Se instaló un ensayo manipulativo a campo, consistente en T1 exclusión de lluvia, T2 condición natural y T3 riego, en plantación. Se midió potencial hídrico y conductividad hidráulica específica (ks) de ramas en pre-alba y mediodía, en 36 árboles. Se realizaron además análisis anatómicos de muestras de ramas. El potencial hídrico en exclusión de lluvia en febrero para ambos momentos del día fue significativamente menor -1,01 MPa y -2,94 MPa que en los otros dos tratamientos, denotando mayor estrés hídrico y anisohidrismo. Similares resultados se obtuvieron en marzo al mediodía, y se registraron además diferencias en pre-alba entre la condición natural -1,88 MPa y el tratamiento regado -1,43 MPa. La ks fue significativamente mayor en tratamiento riego 0,78 Kg m^{-1} s^{-1} MPa^{-1}, mostrando una mayor eficiencia de conducción, posiblemente por menor cavitación. Siguiendo con ésta tendencia, el porcentaje de vasos conductores fue significativamente mayor en ramas provenientes de individuos sometido a riego 7,83 %. Estos son los resultados preliminares de un ensayo de estas características en árboles de Argentina, continuándose las mediciones con éstas y otras variables ecofisiológicas y morfológicas.

ABSTRACT: Prosopis alba is a native species of great ecological and economic importance in the Gran Chaco, which will surely be affected by Climate Change. The objective of the work was to describe the mechanisms of response to drought in young plants (9 years). A manipulative trial was installed in the field, consisting of T1 exclusion of rain, T2 natural condition and T3 irrigation, in plantation. Hydric potential and specific hydraulic conductivity (ks) of branches in pre-dawn and midday, in 36 trees were measured. Anatomical analyzes of branch samples were also performed. The water potential in rain exclusion in February for both times of the day was significantly lower -1.01 MPa and -2.94 MPa than in the other two treatments, denoting higher water stress and anisohydrism. Similar results were obtained in March at noon, and there were also differences in pre-alba between the natural condition -1,88 MPa and the irrigated treatment -1,43 MPa. The ks was significantly higher in irrigation treatment 0.78 Kg m-1 s-1 MPa-1, showing a higher conduction efficiency, possibly due to less cavitation. Following this trend, the percentage of conductive vessels was significantly higher in branches from individuals subject to irrigation 7.83%. These are the preliminary results of an assay of these characteristics in Argentine trees, with measurements being continued with these and other ecophysiological and morphological variables

Palabras claves: *Prosopis alba,* resistencia a sequía, conductividad hidráulica específica

Keywords: Prosopis alba, drought resistance, specific hydraulic conductivity.

1 INTRODUCCIÓN

En el año 2007 el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) denunciaba que las modificaciones ambientales a las cuales estaba haciendo frente nuestro planeta eran producto de la actividad humana, con consecuencias tanto sobre los ecosistemas naturales como en el hombre (IPCC 2007). De acuerdo con esto, la reducción del crecimiento, el decaimiento generalizado y la mortalidad de árboles han sido bien documentados para el sur de Europa, los bosques templados y boreales del oeste de América del Norte y para muchas especies de árboles en múltiples tipos de bosques (Allen et al., 2010). Estos reportes de mortandad de árboles están asociados a una causa en común: elevado estrés fisiológico provocado por una alta temperatura y/o déficit hídrico. Los bosques podrán adaptarse ya sea mediante la combinación de nuevas variantes génicas, la selección, la migración y/o la plasticidad fenotípica.

El potencial de adaptación futuro de las poblaciones actuales dependerá en cierta medida de la existencia de variación genética de caracteres de valor adaptativo que le permitirán a las especies hacer frente a ambientes más secos (Abrams, 1994; Hamrick, 2004). Es así que, el valor adaptativo de un carácter dado podría entonces estar relacionado con el tipo de estrategia de resistencia al estrés que posee la especie-genotipo, que puede clasificarse dentro de un continuo que va desde especies "evitadoras" a especies "tolerantes" (Levitt, 1980). Las especies evitadoras son aquellas que tienen caracteres que les permiten demorar en el tiempo el desarrollo de altas tensiones en el sistema hidráulico y la deshidratación de los tejidos Scholz et al., 2007; Meinzer et al., 2009). En contraste, las especies tolerantes pueden alcanzar bajos niveles de potencial hídrico (altas tensiones) en el xilema sin cavitar debido a su baja vulnerabilidad intrínseca a este fenómeno (Meinzer & McCulloh, 2013).

Prosopis alba es una especie nativa de gran importancia ecológica y económica en el Gran Chaco, que seguramente se verá afectada por el Cambio Climático. Es una de las especies nativas de mayor uso para madera de aserrío en Argentina, registrándose en los últimos años un aumento constante en su tasa de consumo (Vernier et al., 2013). Dado que la totalidad de la madera de algarrobo consumida proviene de los bosques nativos, la explotación del recurso resulta insostenible desde el punto de vista ambiental y económico (Vernier et al., 2013).

Actualmente no existen antecedentes específicos que describan los mecanismos de respuesta a la sequía en P. alba. El objetivo de este trabajo fue describir los mecanismos de respuesta frente a la sequía en plantas jóvenes (9 años) de Prosopis alba, en condiciones de campo. El ensayo aquí reportado se complementará con estudios de variación genética y de plasticidad fenotípica de caracteres de resistencia a la sequía en esta especie.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en una plantación de P. alba de 9 años de edad con espaciamiento de 4 m x 4 m ubicada en Colonia El Simbolar, Santiago del Estero.

2.1 Ensayo manipulativo

Se instaló un ensayo a campo con tres tratamientos: a- Exclusión parcial de lluvias, que aumente el déficit hídrico natural en la región (con tres canaletas por parcela), b- Riego manual y puntual, que minimice el déficit hídrico en suelo, c- Condiciones naturales, testigo. Las parcelas con una superficie de 324 m^2.

2.2 Relevamiento de datos

Se midieron en doce árboles por tratamiento las siguientes variables:

Crecimiento: se midieron en los árboles la altura y el diámetro al inicio y fin de la estación de crecimiento.

Potencial hídrico El potencial hídrico se midió en pre-alba y mediodía en fechas en las que se mida el contenido de agua en el suelo. Se analizará si el gradiente de potencial hídrico (pre-alba-mediodía) es mayor o menor a 1 MPa, resultando en un comportamiento iso o anisohídrico. En caso de que se verifique un comportamiento anisohídrico, se medirán otras fechas de manera de analizar si el gradiente de potencial aumenta o se mantiene en el tiempo (isohidrodinamismo).

Conductancia hidráulica total de la planta (Kh): se estimará como en Trifilò et al., 2013 mediante la medición de gs, el potencial hídrico en pre-alba y el potencial hídrico al momento de la medición de gs. La $Kh = E / \Delta\Psi$, donde E es la transpiración (aquí estimada a nivel foliar a partir de la gs; $E = gs \times DPV$, asumiendo acoplamiento completo de la transpiración con la demanda evaporativa), y $\Delta\Psi$ es la diferencia de potencial hídrico entre el suelo

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

(estimado por el potencial de pre-alba) y la hoja al momento de medir la gs.
Anatomía de la madera: tamaño de vasos (distribución de tamaños), densidad de los mismos y nivel de agrupamiento, número de posibles "puentes hidráulicos" entre vasos, según concepto de Cai et al., (2014). Cálculo de factor de refuerzo de vasos (Hacke et al., 2001).
Las mediciones fisiológicas continuarán en la próxima temporada de crecimiento, sumando medidas de daño en aparato fotosintético (por fluorescencia de la clorofila), comportamiento estomático (con porómetro) y curvas presión-volumen.
La comparación entre tratamientos se realizó utilizando el módulo de Modelos Lineales Mixtos del software INFOSTAT.

3 RESULTADOS

El crecimiento mostro significancia solo para el diámetro, siendo mayor en el tratamiento regado 0,06 mm que en el de exclusión de lluvia, sin diferir del testigo (figura 1).

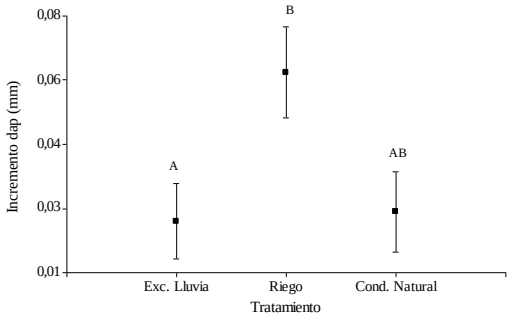


Figura 1. Incremento en diámetro (mm) promedio en función de tratamiento.

El potencial hídrico (ΨH) en exclusión de lluvia en febrero para ambos momentos (pre-alba y mediodía) del día fue significativamente menor -1,01 MPa y -2,94 MPa que en los otros dos tratamientos, denotando mayor estrés hídrico y anisohidrismo (figuras 2 y 3).

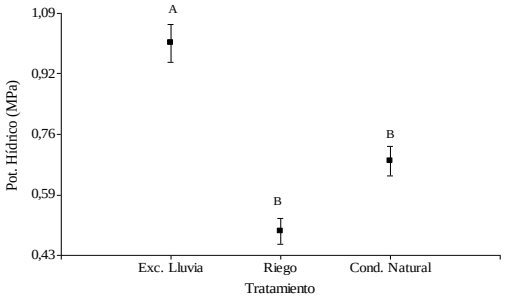


Figura 2. Potencial Hídrico (ΨH) promedio en valor absoluto medido en febrero en pre-alba.

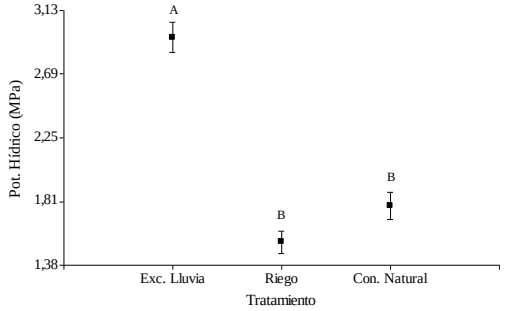


Figura 3. Potencial Hídrico (ΨH) promedio en valor absoluto medido en febrero a mediodía.

Similares resultados se obtuvieron en marzo al mediodía, y se registraron además diferencias en pre-alba entre la condición natural -1,88 MPa y el tratamiento regado -1,43 MPa.

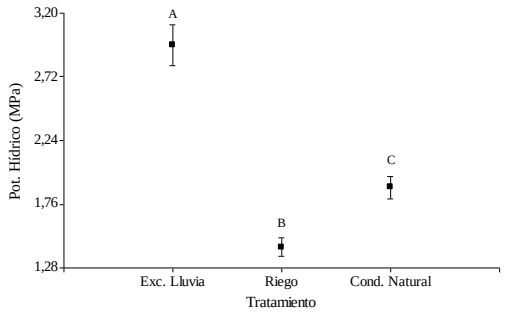
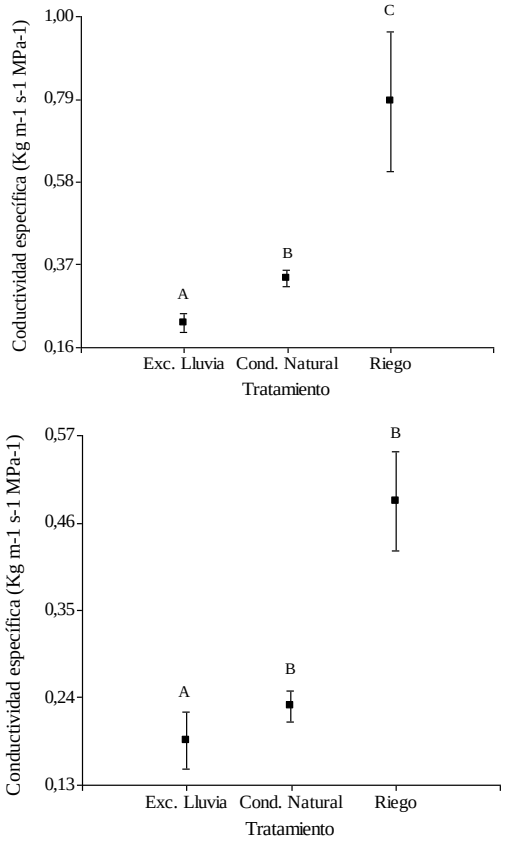


Figura 4. Potencial Hídrico (ΨH) promedio en valor absoluto medido en marzo a mediodía.

Con respecto a la Conductividad Hidráulica Especifica (ks) medida en marzo a pre-alba los tres tratamientos difirieron entre sí significativamente,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

mostrando la mayor ks el tratamiento regado 0,78 Kg m-1 s-1 MPa-1 y la menor ks el tratamiento de exclusión parcial de lluvias fue menor 0,22 Kg m-1 s-1 MPa-1. A mediodía el tratamiento de exclusión de lluvias difirió significativamente de tratamiento riego y condición natural, entre estos dos últimos no se evidenciaron diferencias significativas (figura 5 y 6).



Figuras 5 y 6. Conductividad hidráulica específica (ks) (Kg m-1 s-1 MPa-1) promedio medida en marzo a pre-alba y mediodía respectivamente.

Anatómicamente se midió diámetro y tamaño de vasos, agrupamiento, porcentajes de fibras y tejido: porcentaje de vasos, fibras y parénquima axial-radial. Solo se encontraron diferencias significativas en la variable porcentaje de vasos, siendo mayor en ramas pertenecientes al tratamiento riego 7, 83% (figura 7).

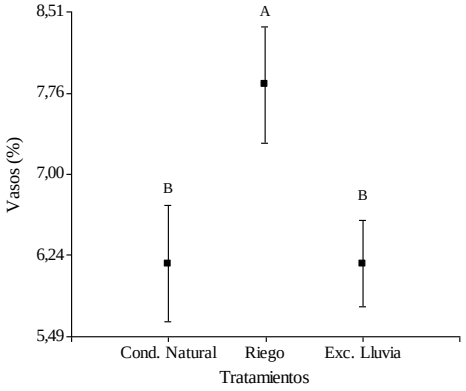


Figura 7. Porcentaje de vasos promedio medidas en madera de rama perteneciente a cada tratamiento.

4 CONCLUSIONES PRELIMINARES

Hasta el momento, sólo el crecimiento en diámetro respondió a los tratamientos de disponibilidad hídrica, a diferencia del crecimiento en altura, que respondería a otras condiciones de calidad de sitio.

La aplicación de los tratamientos es efectiva, ya que se observaron efectos significativos sobre el estado hídrico de las plantas y la eficiencia de conducción de agua de las ramas (ks). Dicho efecto se vio más acentuado en el tratamiento de exclusión parcial de lluvias, que tanto en febrero como en marzo presentó valores más negativos de potencial hídrico (más altos en valor absoluto), que el irrigado y condición normal. La imposición de sequía en condiciones de campo representa un desafío por el tamaño de las plantas y el potencial acceso de las mismas a la napa freática.

Según los valores de potencial hídrico al mediodía, se sugiere un comportamiento anisohídrico de la especie, con valores más negativos a medida que disminuye el acceso al agua (menor potencial de pre-alba). Los valores medidos se compararán con umbrales de cavitación, de pérdida de turgencia celular y de comportamiento estomático, mediciones que se realizarán en la próxima temporada de crecimiento.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

5 BIBLIOGRAFÍA

Abrams MD (1994) Genotypic and phenotypic variation as stress adaptations in temperate tree species: a review of several case studies. Tree Physiol 14:833–842.

Allen et al. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology and Management (2010)

Cai J, S Li, H Zhang, S Zhang, MT Tyree. 2014. Recalcitrant vulnerability curves: methods of analysis and the concept of fibre bridges for enhanced cavitation resistance. Plant, Cell and Environment 37, 35–44.

Choat B, Jansen S, Brodribb TJ, Cochard H, Delzon S, Bhaskar R, Bucci SJ,. Feild TS, Gleason S M, Hacke UG, Jacobsen AL, Lens F, Maherali H, Martínez-Vilalta J, Mayr S, Mencuccini M, Mitchell PJ, Nardini A, Pittermann J, Pratt RB, Sperry JS, Westoby M, Wright IJ &. Zanne AE (2012). Nature 491(7426):752.

Ciais P, Reichstein M, Viovy N, Granier A, Ogee J, Allard V, Aubinet M, Buchmann N, Bernhofer C, Carrara A, Chevallier F, De Noblet N, Friend AD, Friedlingstein P, Grunwald T, Heinesch B, Keronen P, Knohl A, Krinner G, Loustau D, Manca G, Matteucci G, Miglietta F, Ourcival JM, Papale D, Pilegaard K, Rambal S, Seufert G, Soussana JF, Sanz MJ, SchulzeED, Vesala T, Valentini R (2005) Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. Nature 437:529–533.

Fernández, M. E.; Gyenge, J.; Graciano, C. Varela, S.; Salda, G. D. (2010). Conductancia y Conductividad Hidráulica. Técnicas en Medición en Ecofisiología Vegetal. Conceptos y Procedimientos. 4: 53.

Gabriel, K. R. 1971. Biplot Display of Multivariate Matrices with Application to Principal Components Analysis. Biometrika 58: 453-467.

Gallo, L. A. (2013). Domesticación y Mejora de las Especies Forestales Nativas para la incertidumbre Climática. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires, Argentina. Pp. 39- 42.

Geber MA, Dawson TE (1993) In: Kareiva PM, Kingsolver JG, Huey RB (eds) Evolutionary responses of plants to global change. Biotic interactions and global change. Sinauer, Sunderland.

Hacke UG, & Sperry JS (2001). Functional and ecological xylem anatomy. Urban & Fischer Verlag (Vol. 4/2, pp. 97–115).

Hamrick JL (2004) Response of forest 178res to global environmental changes. For Ecol Manag 197:323–335.

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Levitt J (1980). Responses of plants to environmental stresses. In Physiological ecology, a series of monographs, texts and treatises (Vol II, pp. 607). San Diego.

Trifilò P, MA Lo Gullo, F Raimondo, S Salleo,A Nardini (2013) Functional Plant Biology Vol. 40: 5 pp. 459-465.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Actividad antirradicalaria y contenido polifenólico total de extractos acuosos de *Solanum argentinum* de Santiago del Estero

Badami, Pablo A.; Barraza, Julio D.; Hurtado Ferraté, Sara M.; Vásquez Vivas, Ana B.; Suárez, Iván E.; González, Evangelina A.

Cátedra Química Orgánica y Biológica. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero 4200 Santiago del Estero, Argentina. evagon@unse. edu.ar

RESUMEN: *Solanum argentinum* Bitter & Lillo *(*Solanaceae*)* conocido como *afata, cabra yuyo o hediondillo del monte* es un arbusto presente en el NOA, Bolivia y Paraguay. Sus raíces y hojas son usadas en medicina popular desde tiempos ancestrales. Entre las sustancias responsables de los beneficios mencionados se encuentran los antioxidantes, capaces retardar o inhibir procesos oxidativos indeseados. En este trabajo se determinó la actividad atrapadora de radicales libres (AAR) mediante el método del $DPPH^{\cdot}$ y el contenido de polifenoles totales (PT) por el método de Folin Ciocalteu de extractos acuosos de *Solanum argentinum*. La AAR se expresó como μg de material seco por mL (μg MS/ mL) necesarios para reducir el 50 % del radical libre, EC_{50}. Para el contenido de PT se utilizó Ácido Gálico como referencia (*mg EAG/g de muestra seca)*. Los resultados se compararon con un extracto de té verde (*Camellia sinensis*). La AAR correspondió a: $EC_{50\ S.argentinum}$: 139,55 ± 1,12 y $EC_{50\ C.\ sinensis}$: 7,13 ± 0,65 μg MS/ mL. El contenido polifenólico fue de: $PT_{S.argentinum}$ 13,31 ± 0,03 y $PT_{C.\ sinensis}$ 74,97 ± 0,54 mg EAG/g MS. Los valores obtenidos indican que *S. argentinum*, podría considerarse como una potencial fuente de polifenoles capaces de desactivar radicales libres.

ABSTRACT: *Solanum argentinum* Bitter & Lillo *(*Solanaceae*)* known as *afata, cabra yuyo or hediondillo del monte* it is a shrub present in the NOA, Bolivia and Paraguay. Its roots and leaves are used in folk medicine since ancient times. Among the substances responsible for the mentioned benefits are the antioxidants, capable of retarding or inhibiting harmful oxidative processes. In this work the activity of free radical scavenger was determined by the DPPH method and the content of total polyphenols (PT) by the Folin Ciocalteu method of aqueous extracts of *S. argentinum.* The AAR was expressed as μg of dry material per mL (μg MS / mL) needed to reduce 50% of the free radical, EC_{50}. For the PT content, Gallic Acid was used as reference *(mg EAG/g de dry sample)*. The results obtained were compared with green tea (*Camellia sinensis*). The AAR obtained corresponded to: $EC_{50\ S.\ argentinum}$: 139,55 ± 1,12 and $EC_{50\ C.\ sinensis}$: 7,13 ± 0,65 μg MS/ mL. The polyphenolic content was $PT_{S.\ argentinum}$ 13,31 ± 0,03 and $PT_{C.\ sinensis}$ 74,97 ± 0,54 mg GAE/g MS. The values obtained indicate that *S. argentinum* could be considered as a potential source of polyphenols able to deactivate free radicals.

Palabras claves: *Solanum argentinum*, radicales libres, polifenoles.

Keywords: *Solanum argentinum*, free radicals, polyphenols.

1 INTRODUCCION

Solanum argentinum Bitter & Lillo (solanaceae) es un arbusto leñoso perenne, de 1 a 2 m de altura, conocido como afata, cabra yuyo o hediondillo del monte. Crece en el noroeste Argentino: Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes Formosa Jujuy, la Pampa, la Rioja, Salta, Santiago del Estero, Santa Fe y Tucumán (Barboza et al., 2006), en Bolivia (Morton, 1976) y Paraguay.

S. argentinum es muy empleada por las comunidades rurales para distintos fines. El comienzo de su fructificación indica el inicio de las actividades pesqueras de los indios Chorotes en el Chaco semiárido (Scarpa, 2007). Las raíces y hojas son utilizadas por las teleras santiagueñas para teñir textiles, obteniéndose diferentes tonalidades de amarillos (Palacio, 2007) Las raíces y hojas son utilizadas por sus propiedades medicinales. Las raíces presentan acción antivenérea; las hojas se emplean para reducir la fiebre, aliviar el dolor de huesos, los dolores de cabeza y resfríos, entre otras. Sus raíces descascaradas y molidas se utilizan contra picaduras de víboras, (Scarpa, 2004).

Los efectos benéficos para la salud que presentan las especies vegetales, entre ellas *S. argentinum*, están asociados a la presencia de sustancias antioxidantes, capaces de inhibir o retardar los procesos oxidativos. Estos procesos están relacionados con la presencia de radicales libres, especies con electrones desapareados altamente inestables asociados a la aparición de ciertas enfermedades degenerativas, tales como el cáncer, las enfermedades cardiovasculares, diabetes, osteoporosis y enfermedades neurodegenerativas (Habauzit & Morand, 2012; Arranz et al., 2013; Mushtag & Wani, 2013; Biasutto et al., 2014). Dentro de los metabolitos secundarios con actividad antioxidante se destacan los polifenoles. El estado actual del conocimiento indican que los polifenoles, además de los beneficios como agentes profilácticos/terapéuticos, también deben visualizarse en el campo de las formulaciones nutracéuticas y como ingredientes funcionales, dado que además de la capacidad antioxidante se sumarían otras propiedades como las antimicrobianas, gastro y cardio-protectoras (Pastene, 2009).

En lo que concierne a *S. argentinum*, resulta interesante resaltar el hecho de que, al igual que muchas otras especies nativas y a pesar de ser utilizada desde tiempos ancestrales para el tratamiento de diversas afecciones, los estudios tendientes a caracterizarlas químicamente y maximizar así su aprovechamiento son escasos.

Sobre estos antecedentes, en este trabajo se presenta un estudio sobre la actividad atrapadora de radicales libres (AAR) y el contenido de polifenoles totales (PT) de extractos acuosos de *S. argentinum.*

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Muestras

Las muestras a de *S. argentinum*, hojas y tallos, fueron recolectadas en el predio de la sede Zanjón de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero en el mes de noviembre de 2017. Una vez recogidas fueron inmediatamente llevadas al laboratorio donde se seleccionaron, se lavaron y se secaron en estufa a 40°C hasta peso constante, para ser luego molidas y almacenadas herméticamente en un desecador. Además, y a fin de comparar los resultados obtenidos con un té de actividad antirradicalaria conocida, se utilizó "té verde", *Camellia sinensis* (L.) Kuntze (Theaceae) adquirido en comercios de la zona.

2.2 Metodología

2.2.1 Preparación de los extractos

En un balón de destilación se colocó 1 g de muestra seca, ramas y tallos previamente molidos, de *S. argentinum* y se adicionaron 100 mL de agua destilada. Una vez acoplado a un refrigerante, se calentó a ebullición por reflujo durante de una hora. Este tiempo de extracción fue seleccionado mediante ensayos previos. Cumplido la hora y una vez enfriado, el extracto fue filtrado e inmediatamente analizado. De la misma manera se procedió con la preparación de los extractos de *C. sinensis.*

2.2.2 Determinación del contenido de polifenoles totales (PT)

El contenido de PT fue determinado de acuerdo al método de Folin-Ciocalteu (Ivanova et al., 2005; Shaghaghi et al., 2008). Este método es ampliamente utilizado para la determinación de los PT totales presentes en una muestra y se basa en la capacidad de los fenoles para reaccionar con agentes oxidantes formando complejos de un color azul intenso. Dado que el método es colorimétrico,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

la técnica implica la utilización de la espectroscopia UV-Vis leyéndose la absorbancia a 750 nm.
A 0,5 mL de los extractos se adicionaron 0,6 mL del reactivo de Folin-Ciocalteu (Biopack) previamente diluido 1:2 con agua destilada. Luego de 5 minutos se agregaron 0.6 mL de Na_2CO_3 al 20 % y se llevaron a 10 mL con agua destilada. Transcurrido 90 min de incubación en ausencia de luz, se procedió a leer la absorbancia en un espectrofotómetro UV-Vis Spectrum, modelo SP 2100 UV con cubeta de vidrio de 1 cm de paso óptico. El contenido de PT se obtuvo a partir de una curva de calibración (*y = 0,1089x + 0,0297*, R^2 *= 0,9986*), realizada con ácido gálico como compuesto de referencia (MP Biomedicals).
Los resultados se expresan como mg equivalentes a ácido gálico por g de muestra seca (*mg EAG/ g MS*). Los análisis se realizaron por triplicado informándose las correspondientes desviaciones estándar.

2.2.3 Determinación de la actividad antirradicalaria (AAR)

La AAR fue determinada mediante el método espectrofotométrico de desaparición del radical libre estable *2,2-Difenil-1-picrihidracilo* ($DPPH^{\cdot}$) en solución metanólica, (Brand-Williams et al., 1995). Las soluciones metanólicas de este radical libre presentan una intensa banda de absorción a 515 nm que, ante la adición de sustancias antioxidantes, decae en el tiempo. Un experimento típico consistió en adicionar, a una celda de vidrio conteniendo 3 mL de solución metanólica de $DPPH^{\cdot}$, distintas alícuotas de extractos de modo de consumir entre 30 a 70 % del radical. El monitoreo del decaimiento de la absorbancia se realizó durante 12 min en intervalos de 2 minutos. Los resultados se expresan como μg de material seco por mL (μg MS/ mL) necesarios para reducir el 50 % del radical libre, EC_{50}.

3 RESULTADOS

3.1 Contenido de PT de extractos acuosos de S. argentinum

La cuantificación de PT es una determinación muy frecuente y da una idea acerca de las potencialidades biológica de estas especies vegetales.
El contenido de PT de los extractos acuosos *S. argentinum* obtenido fue de 13,31 ± 0.03 mg EAG/ g MS, mientras que para los extractos acuosos de *C sinensis* el contenido fue de 74,97 ± 0.54 mg EAG/g MS. De la comparación entre ambos valores se puede concluir que *S. argentinum* presenta un contenido aproximadamente 5 veces menor que el té verde, considerado como una de las fuentes más importantes de polifenoles (Anesini et al., 2008).
La familia de las *Solanáceas* es una de las más grandes y más complejas de las angiospermas, y su principal centro de diversidad y endemismo es Sudamérica. Tiene especies ricas en metabolitos secundarios activos, muy importantes desde el punto de vista económico, agrícola y farmacéutico, especialmente el género *Solanum*, uno de los más grandes del reino vegetal. Al respecto, Zadra et al. (2012), en su estudio sobre de *Solanum guaraniticum*, un arbusto que crece en Argentina, Brasil y Paraguay muy utilizado en medicina popular, informa un elevado contenido de PT de 259,95 mg EAG/g.

3.2 AAR de extractos acuosos de S. argentinum.

La Figura 1 muestra un perfil cinético de decaimiento del radical libre $DPPH^{\cdot}$ ante el agregado de diferentes alícuotas de extractos acuosos de *S. argentinum*.
La AAR obtenida para los extractos correspondió a $EC_{50\ S.argent\ inum}$: 139,55 ± 1,12 μg MS/ mL. Este valor está de acuerdo con lo informado para otras especies de *Solanum*, tal como *Solanum acerifolium* para la cual se ha reportado un valor de 106,8 μg/mL y *Solanum cf umbellatum* 143,4 μg/mL (Blandón Osorio, 2013).
Con relación al extracto de té verde, el valor de EC_{50} obtenido correspondió a 7,13 ± 0,65 μg MS/ mL indicando que *C. sinensis* es más efectivo que *S. argentinum*.
De las relaciones:
$PT_{C.\ sinensis}$ /$PT_{S\ argentinum}$= 5,63 y
$AAR_{S\ argentinum}$ /$AAR_{C.\ sinensis}$ = 19,57,
puede inferirse que la AAR del té verde no solo se debería a la presencia de polifenoles sino que también podría atribuirse a otros antioxidantes.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

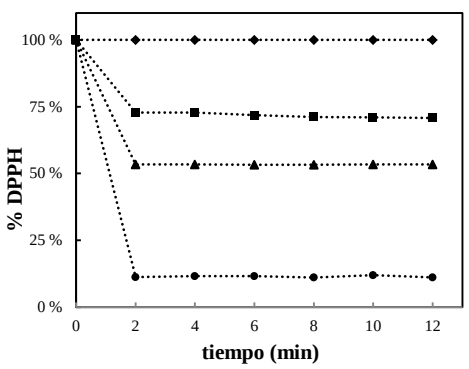


Figura 5: Perfiles cinéticos de decaimiento del radical DPPH· ante el agregado de extractos acuosos de *S. argentinum.* Referencias*:* ♦ Blanco. ■ 66,44; ▲ 132,45 y ● 263,16 μg MS/mL.

4 CONCLUSIONES

En este trabajo se determinó la capacidad atrapadora de radicales libre de extractos acuosos de *S. argentinum* y se la relacionó con su contenido de PT. A fin de comparar, se utilizó como referencia un extracto de té verde comercial (*C sinensis*). Los valores obtenidos indican que *S. argentinum*, a pesar de contener una quinta parte del contenido de PT del té verde, puede considerarse como una potencial fuente de sustancias capaces de desactivar radicales libres. A fin de corroborar esta posibilidad, se continúan llevando a cabo ensayos que complementaran a los presentes con el objeto de valorizar esta especie nativa muy difundida en el monte de Santiago del Estero.

5 REFERENCIAS

Anesini, C., G. E. Ferraro & Filip, R. Total Polyphenol Content and Antioxidant Capacity of Commercially Available Tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal of Agricultural Food Chemistry* 56: 9225–9229. 2008.

Arranz S.; P. Valderas-Martínez, G. Chiva-Blanch, R. Casas, M. Urpi-Sarda, R. Lamuela-Raventos & R. Estruch. Cardioprotective effects of cocoa: clinical evidence from randomized clinical intervention trials in human. *Molecular Nutricion & Food Research*, 57: 936-947. 2013.

Barboza, G. E.; J. J. Cantero; C. O. Nuñez & L. Ariza Espinar. Flora medicinal de la provincia de Córdoba (Argentina). Museo Botánico Córdoba. Argentina. 2006.

Biasutto L., A. Mattarei, N. Sassi, M. Azzolini, M. Romio, C. Paradisi & M. Zoratti. Improving the efficacy of plant polyphenols. *Anticancer Agents in Medicinal Chemistry,* 14: 1332-1342. 2014.

Blandón Osorio, A. Evaluación de actividades biológicas de 34 extractos metanólicos de plantas de la de la ecorregión cafetera Colombiana. Proyecto de grado para optar al título de químico industrial. Universidad Federal de Alagoas. 2013.

Brand-Williams W., M. Cuvelier & C. Berset. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie* 28: 25-30. 1995.

Habauzit V. & C. Morand. Evidence for a protective effect of polyphenols-containing foods on cardiovascular health: an update for clinicians. *Therapeutic Advances in Chronic Disease*, 3: 87-106. 2012. *https://core.ac.uk/download/pdf/71397630.pdf*

Ivanova, D., D. Gerova, T. Chervenkov & T. Yankova. Polyphenols and antioxidant capacity of Bulgarian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology* 96: 145-150. 2005.

Morton, C. A revision of the Argentine species of Solanum. Acad. Nac. Ciencias, Córdoba, Argentina. 1976.

Mushtag M. & S. M. Wani. Polyphenols and Human health. A review. *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 4:(B) 338-360. 2013.

Palacio, M. El uso de los recursos vegetales con propiedades tintóreas en la industria artesanal familiar en dos departamentos de la provincia de Santiago del Estero, República Argentina. *Tesis para optar al Grado Académico de Magíster en Desarrollo de Zonas Áridas y Semiáridas.* Facultad de Agronomía y Agroindustrias. Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2007.

Pastene, E. Estado actual de la búsqueda de plantas con actividad antioxidante. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(6), 449-455. 2009.

Scarpa, G. F. Medicinal plants used by criollos of Medicinal plants used by the Criollos of Northwestern Argentine Chaco. *Journal of Ethnopharmacology*, 91(1):115-35. 2004.

Scarpa, G. F. Plantas asociadas a la pesca y a sus recursos por los indígenas chorote del Chaco Semiárido (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. 42 (3-4): 333 - 345. 2007.

Shaghaghi, M., J. Manzoori & A. Jouyban. Determination of total phenols in tea infusions, tomato and apple juice by terbium sensitized fluorescence method as an alternative approach to the Folin–Ciocalteu spectrophotometric method. *Food Chemistry* 108: 695-701. 2008.

Zadra M., M. Piana, T. Faccim de Brum, A. Boligon, R. Borba de Freitas, M. Mansur Machado, S. Terra Stefanello, F. Antunes Soares & M. Linde Athayde. Antioxidant Activity and Phytochemical Composition of the Leaves of Solanum guaraniticum A. St.-Hil. *Molecules 17*, 12560-12574. 2012.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Datación del pino historico de San Lorenzo

Calatayu, Federico[1]; Moglia, Juana Graciela[1]

1-Laboratorio de Anatomía de Madera, Cátedra: Dendrología y Xilología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, UNSE - CP: 4200, Santiago del Estero, Argentina. fedeklata5@gmail.com;

RESUMEN: La datación dendrocronológica es la técnica que permite datar piezas de madera con un margen de precisión de un año y es muy útil en estructuras históricas y arqueológicas. El análisis de anillos de crecimiento de los árboles hace posible la asignación de años precisos en el calendario a ciertas piezas de madera de diferentes contextos. El objetivo del trabajo fue estimar la edad del ejemplar de *Pinus pinea* para verificar su presencia en la batalla de San Lorenzo llevada a cabo el 3 de Febrero de 1813. Este ejemplar murió en el año 1993 y en la ciudad se mantiene el tronco del árbol. De él se extrajeron 3 tarugos de 50 cm, que se montaron sobre soportes, se lijaron a mano con lijas de granulometría ascendente hasta visualizar claramente los límites de los anillos, la marcación se realizó sobre tiras de papel colocadas a ambos lados de los tarugos, los espesores de anillos se determinaron de por dos métodos para comparar y tener mayor seguridad en los resultados obtenidos. Por un lado se realizó la medición directa con maquina cuenta anillos aniol y por otro se estimó la edad sobre imágenes escaneadas con el programa Image-Pro Plus. Se estima la edad del árbol en 186 años, Por todo lo comentado se puede asegurar que este individuo estuvo presente en aquella histórica Batalla.

ABSTRACT: Dendrochronological dating is the technique that allows to date wood pieces with a precision margin of one year and is very useful in historical and archaeological structures. The analysis of tree growth rings makes it possible to assign precise years in the calendar to certain pieces of wood from different contexts. The objective of the work was to estimate the age of Pinus pinea (known as pine of San Lorenzo) to verify its presence in the battle of San Lorenzo carried out on February 3, 1813. This specimen died, in 1993 and in the city the trunk of the tree is maintained. From it, three 50cm plugs were removed, mounted on supports, sanded by hand with sandpaper of ascending granulometry until the boundaries of the rings were clearly visible, marking was done on strips of paper placed on both sides of the dowels. Ring thicknesses were determined by two methods to compare and have greater security in the results obtained. On the one hand, direct measurement was made with aniol rings machine and on the other, the age on images scanned with the Image-Pro Plus program was estimated. the age of the tree is estimated at 186 years. For all the comments you can be sure that this individual was present in that historic Battle.

Palabras claves: Pino de San Lorenzo, Edad, Dendrocronología

Keywords: Pino de San Lorenzo, Dendrochronological, age

1 INTRODUCCION

Bajo la sombra de un pino piñonero (Pinus pinea), ubicado en ese entonces en el sector de huerta del Convento San Carlos, el Gral. José de San Martín dictó al teniente Mariano Necochea el parte del combate, comunicando al Superior Gobierno la victoria contra los españoles obtenida en San Lorenzo el 3 de febrero de 1813. El Pino Histórico de San Lorenzo, declarado Árbol Histórico por decreto del Poder Ejecutivo Nacional Nº 3038 del 30 de enero de 1946. A pocos meses de cumplirse el bicentenario del Combate de San Lorenzo, se desata sobre la ciudad y alrededores una feroz tormenta de granizo y fuertes ráfagas de viento, lo que desencadena el inicio de la agonía del emblemático Pino Histórico de San Lorenzo y de sus hijos. En el año 1999, este añoso árbol ya había sufrido otro embate de la naturaleza, sobreviviendo milagrosamente a un fuerte tornado que afectó a la ciudad, perdiendo en esa oportunidad gran parte de su copa. Por lo mencionado anteriormente el objetivo de esta investigación fue fechar muestras del árbol histórico de san Lorenzo para confirmar su presencia en la Batalla de San Lorenzo. Este ejemplar se encuentra muerto en la actualidad.

La dendrocronología es la técnica que permite asignar a cada anillo de crecimiento un año calendario. Así a cada anillo de crecimiento le corresponde un año calendario específico. El crecimiento de los árboles es una sumatoria que integra estímulos ambientales bióticos y abióticos e imprime esa información en la estructura de sus anillos, convirtiéndolos en verdaderos "archivos ambientales" (Fritts. H.C. 1976) esto permite determinar las fechas e interpretar las condiciones climáticas del momento que se formó el anillo. En el caso del patrimonio cultural, la dendrocronología es principalmente una herramienta para la datación, y también proporciona datos interesantes relacionados a aspectos como el origen y la calidad de la madera. Así esta técnica permite el análisis de restos arqueológicos (terrestres y subacuáticos), edificios, pinturas y esculturas en madera, mueble e instrumentos musicales.

2 MATERIALES Y METODO

Se trabajó sobre tres tarugos de 50cm de *Pinus pinea* obtenidas a 1.30 y 1.35m de altura.

Las muestras tarugos de 5mm se montaron en un soporte de madera blanda *Pawlonia tomentosa* (Quiri) y se fijó con cola de carpintero. Se lijaron a mano con lijas de granulometría ascendente 600 a 1200 hasta poder visualizar con claridad los límites de los anillos de crecimiento. Para una mejor precisión se decidió realizar el conteo y medición con dos observadores y cotejar lo medido. Para ello se pegaron en ambas márgenes tiras de papel blanco para marcar lo que a la vista del observador constituía el límite del anillo, lo mismo se hizo del lado opuesto.

En ciertos sectores la visualización y marcación fue precisa. En los sectores cercanos a la corteza o últimos años del árbol, los anillos eran en extremo pequeños y muy difíciles de ver, aun con la ayuda de la lupa. Por esta razón se procedió a escanear las muestras y segmentarlas en 2 partes debido a su longitud. De esta manera se pudo visualizar con claridad los anillos externos más angostos. Con el Propósito de estimar los incrementos anuales, con la ayuda de la maquina cuenta anillos Aniol y el software ProyAnillos se midieron los espesores de los anillos. Cotejados también con el Software Image-Pro Plus sobre las imágenes de las muestras escaneadas.



Figura 1. Muestras escaneadas del Pino de San Lorenzo.

3 RESULTADOS

Se decidió no incluir en el análisis a la muestra Nº 2 por su alto grado de degradación y perdida de información. Los antecedentes sobre *Pinus pinea* muestran que es una especie muy longeva con registros de árboles de entre 200-250 años. La edad

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

estimada rondaría en 186 años. A esta edad aproximada hay que sumarle los años que necesitó el árbol para alcanzar la altura donde se extrajo la muestra (90cm) de acuerdo a la bibliografía consultada (Silvicultura de Plantaciones maderable. Domingo Cozzo) se necesitarían de 1 a 2 años para alcanzar dicha altura. Debido a que en el los últimos años los incrementos son muy pequeños menores a 1mm, se estima que hubo perdida de muestra en la extracción, es decir que se perdieron años en muy pocos mm. Se puede estimar que la edad del árbol estaría en el rango de 186-195 años.



Figura 2. Muestras Fotografiadas del Pino de San Lorenzo.

Tabla1. Promedio de espesor de anillos y de Edad

	M1	M3	Media
Años	164	186	**175**
Espesor	2.531	1.863	**2.1012**

4 CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten estimar la edad del pino entre 186-195 años por lo que ´podria asegura su presencia en la famosa batalla de San Lorenzo. El pino de la ciudad de San Lorenzo forma parte de la Historia del país, y se transformó con el paso del tiempo en un testigo importante de la realidad del siglo XVIII y XIX.

5 BIBLIOGRAFÍA

"Dendrocronología y dendroecología tropical: Marco histórico y experiencias exitosas en los países de América Latin". Mario Tomazello Fo., Fidel A. Roig & Percy A. Zevallos Pollito.

Dendrocronología de Pinus cembroides Zucc. y reconstrucción de precipitación estacional para el Sureste de Coahuila. Vicenta Constante García, José Villanueva Díaz, Julián Cerano Paredes, Eladio H. Cornejo Oviedo y Salvador Valencia Manzo.

"Correlación entre Avenidas Históricas Del Registro Documental y la Datación Dendrocronologica de Maderas en la casa de la Moneda de Segovia". Génova, M. del Mar1, Díez-Herrero, Andrés2, Martínez-Callejo, Begoña1 y Ballesteros, Juan A.2

Maderas Empleadas en Construcciones Históricas Del Periodo Colonial. Figueroa M.E., Díaz Zírpolo J., Calatayu F., Giménez, A.M.

Datación de maderas muestreadas en la Casa del Condestable. Joseba Lizeaga

Maderas empleadas en construcciones históricas jesuíticas de Córdoba, Argentina. Ana María Giménez, Juana Graciela Moglia, José Gómez

Silvicultura de Plantaciones maderable. Domingo Cozzo. Primera edición. Febrero 1995

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Inspección en plantas industriales. Requisitos de regulación basados en análisis de riesgo y mantenimiento

Tolabín, Edmundo[1,2]; Gareca, Edith[1,2]; Antequera, Teresa[1,2]; Nieto, Daniel[2]; Janin, Marcelo[2]

(1) Laboratorio de Materiales y Metrología, Facultad de Ingeniería, UNJu, tolabin@gmail.com
(2) Facultad de Ingeniería, UNJu

RESUMEN: En la producción industrial, las estrategias para lograr competitividad recurren a acciones relacionadas con confiabilidad operativa, estimación de costos del ciclo de vida, evaluación de problemas técnicos, reducción de costos y optimización, outsourcing y offshoring, investigación de mercado. La inspección y mantenimiento están entre los pocos factores que pueden ser modificados en el corto plazo, lo que acrecienta la demanda de documentación y comprensión de acciones ejecutadas. La operación segura de una planta es factible aplicando análisis de fallas, examen específico de objetos en partes relevantes, mecánica de fractura, análisis probabilísticos. La integridad de los componentes se mantiene mediante auditorías e inspecciones visuales. El objetivo es el registro real de factores de riesgo que pueden presentarse durante las operaciones, a fin de adoptar medidas de protección contra fallas de alta probabilidad de suceso. El monitoreo continuo de una planta posibilita la detección de daños ocasionados en operación. Por lo expuesto, las acciones deberían dirigirse hacia una supervisión que contemple medidas protectoras en las reglamentaciones. En el presente trabajo se estudia la aplicación de RBMI (Análisis de Riesgo basado en Inspección y Mantenimiento), en el marco de la filosofía RIMAP (Risk based Inspection and Maintenance Procedures). A fin de establecer un programa RBMI exitoso, se trata de comprender los riesgos que deben ser mensurados y el criterio de aceptación aplicable, incursionando en la temática de requerimientos de construcción, diseño y servicio.

ABSTRACT: In the industrial production, the strategies to achieve competitiveness resort to actions related to operative reliability, estimation of costs of the life cycle, evaluation of technical problems, reduction of costs and optimization, outsourcing and offshoring, investigation of market. The inspection and maintenance are between few factors that can be modified in the short term, which increases the demand of documentation and comprehension of executed actions. The sure operation of a plant is feasible applying analysis of faults, specific examination of objects in relevant parts, mechanics of fracture, probabilistic analysis. The integrity of the components is kept by means of audits and visual inspections. The aim is the royal record of factors of risk that they can present during the operations, in order to adopt protection measures against faults of high probability of event. The constant monitoring of a factory makes possible the detection of hurts caused in operation. For the exposed thing, the actions should go towards a supervision that contemplates protective measures in the regulations. In the present work there is studied RBMI's application (Analysis of Risk based on Inspection and Maintenance), in the frame of the philosophy RIMAP (Risk based Inspection and Maintenance Procedures). In order to establish a program successful RBMI, it is a question of understanding the risks that must be measured and the criterion of applicable acceptance, acting in topics related with construction, design and service.

Palabras claves: Inspección, mantenimiento, riesgo, auditorias

Keywords: Inspection, maintenance, risk, audits

1 INSTRODUCCIÓN

1.1 Estado actual de la inspección en plantas industriales

En la actualidad los principios que rigen la operación de una planta industrial son muy extensos y complejos. La competitividad depende de acciones relacionadas con confiabilidad operativa, estimación de ciclos de vida, evaluación precisa de problemas técnicos, reducción de costos y optimización. En este contexto, dado que la inspección y el mantenimiento están entre los pocos factores de costos que pueden ser modificados en el corto plazo, resulta primordial la disponibilidad de documentación y la comprensión de medidas adoptadas. Dentro de las posibilidades de optimización, la operación continua segura de una planta de fabricación requiere de la aplicación de conocimiento relacionado con análisis de fallas, examen específico de equipos relevantes, mecánica de fractura y análisis probabilísticos. Según las regulaciones existentes, la protección de la integridad de los componentes se ejecuta principalmente, mediante inspección visual y auditorías. El objetivo principal es el registro real de factores de riesgo, que pueden presentarse durante las operaciones a fin de adoptar medidas de protección contra daños de alta probabilidad de suceso. Se debe tener en cuenta que las regulaciones convencionales describen el monitoreo continuo de la planta formalmente. Por lo expuesto, las futuras acciones deberían dirigirse hacia una supervisión que contemple medidas protectoras en las reglamentaciones. En el presente trabajo se estudia la aplicación de RBMI (Análisis de Riesgo basado en Inspección y Mantenimiento), en el marco de la filosofía RIMAP (Risk based Inspection and Maintenance Procedures). A fin de establecer un programa RBMI exitoso, se trata de comprender los riesgos que deben ser medidos y el criterio de aceptación aplicable, incursionando en la temática de requerimientos de construcción, diseño y de servicio.

1.2 Fundamentos de aplicación de RBMI

A fin de implementar el concepto de riesgo basado en inspección y mantenimiento (RBMI), es necesario instalar procedimientos y herramientas propias, en un marco de acción que asegure calidad, transparencia y registros.
En el desarrollo de la actividad, deben aplicarse diferentes procedimientos, de manera tal que todo el proceso y las técnicas utilizadas debieran ser integradas a un sistema gestión de seguridad y calidad.
En definitiva, el riesgo basado programas de inspección y mantenimiento constituye una tarea multidisciplinaria, que requiere de la acción de un equipo competente y disponibilidad de experticia.
Tendencias en aplicación de RBMI
La aplicación de RBMI en el marco de RIMAP es un proceso continuo que tiende a incorporar temáticas relacionadas con inspección, mantenimiento, equipos específicos (destinados a análisis de fallas, corrosión, envejecimiento, etc.), seguridad, operaciones de plantas y procesos, confiabilidad. Tanto la normativa actual como la requisitoria financiera existente paulatinamente incorporan requerimientos de análisis de riesgo en sus diferentes direccionamientos. De esta forma de manera creciente la actividad industrial propende al desarrollo de herramientas que posibilitan acceso a planes y programas de inspección y mantenimiento en entornos de RBMI.
La relación entre planes de inspección y mantenimiento es compleja. Para lograr resultados eficaces es necesario investigar, procesar datos relevados periódicamente, contar con el decidido apoyo de la alta dirección de la industria involucrada, disponer de personal capacitado, equipamiento e instrumental adecuado, software específico.

2 DESARROLLO

2.1 Marco de aplicación de RBMI

Se plantea el marco de acción requerido en función los componentes de inspección y mantenimiento. En Tabla 1 se presenta en entorno de RBMI.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Entorno de desarrollo de metodología RBMI.

Requerimientos	Gestión				
	Objetivos y requerimientos	Plan inspección mantenimiento	Grupos de trabajo	Ordenes de trabajo	Estado de análisis de fallas
Criterios de aceptación de riesgo	1				
Antecedentes		2	2		
Mecanismos de degradación		3			
Materiales adecuados				4	4
Desarrollo de fallas					5
Riesgo registrado		6			
Riesgo presente		7			
Nivel de riesgo aceptable		8			

Las etapas de los requerimientos son similares en las distintas actividades industriales (alimenticia, química, energética).
Los requerimientos relacionados con inspección incluyen criterios de aceptación de riesgo, antecedentes, mecanismos de degradación, materiales, evolución de fallas, registros de riesgo, niveles aceptables de riesgo. La gestión a desarrollar, según Arata (2009), comprende planteamiento de objetivos, planes de inspección y mantenimiento, formación de grupos de trabajo, disponibilidad de ordenes de trabajo, estado de análisis de fallas. De esta forma al relacionar requerimientos en función de gestión se logran establecer las etapas de la metodología RBMI.
La normativa utilizada ISO 9001:2015, incluye metodología de análisis de riesgos mientras que la EuroNorm 45004:95 contiene criterios de inspecciones en organizaciones que incluyen plantas industriales.
La metodología RIMAP que se plantea en este trabajo, considerando una planta industrial a modo de ejemplo, requiere de desarrollo de tareas planificadas en función del tiempo, adoptando una filosofía de acción establecida conceptualmente por la EPRI (Electric Power Research Institute, 2002) y la EJ (European Journal 2016).

3 PROCEDIMIENTO

Existen programas relacionados con RBMI (EN 1050). En base a estos antecedentes se plantea un plan de trabajo que se describe en la Fig. 1.

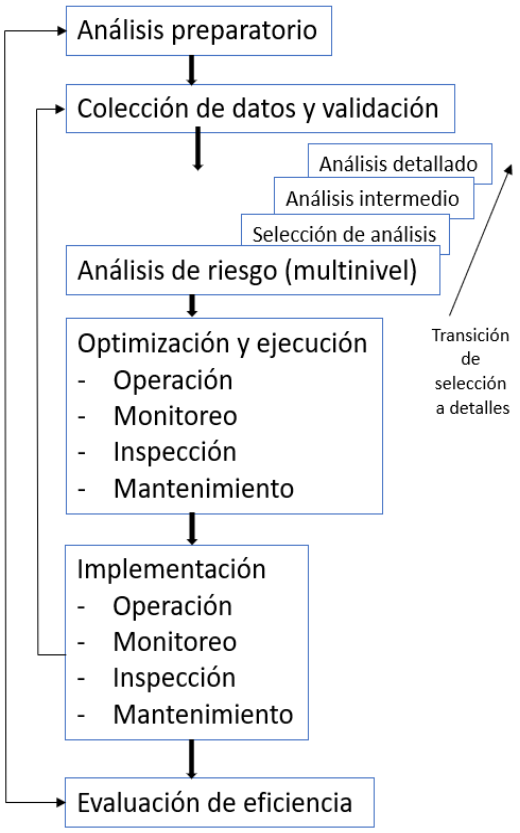


Figura 1. Procedimiento desarrollado para aplicación de RBMI.

3.1 Análisis preparatorio

Se consideran componentes de una planta industrial que produce cemento. Tiempo de operación 20 años. Los equipos principales indicadores del estudio son molino de materias primas (gestión de riesgo de corto plazo), rodamientos de horno de clinker (gestión de riesgo de mediano plazo) y casco de acero de horno de clinker (gestión de riesgo de largo plazo).
El molino de materias primas es un equipo de gran importancia en el layout de producción. El problema que se analiza tiene relación con exceso de vibraciones en reductor que genera presencia de fisuras en cordones de soldadura en unión de sección cónica y cilíndrica lado reductor.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

El análisis de comportamiento de rodamientos se entorna en gestión de mediano plazo. Se trata de componentes sometidos a altas solicitaciones térmicas y mecánicas. Existen dificultades técnicas y financieras para el reemplazo de estas piezas en caso de rotura.
El casco de acero del horno responde a fenómeno de creep (deformación en el tiempo, asistida por carga térmica y mecánica), por lo que se aplica gestión de largo plazo.

3.2 Colección de datos y validación

Se realizan controles periódicos anuales para correlacionar parámetros de integridad, durabilidad, paradas, reparaciones y reemplazos.
Para la colección de datos se aplica principalmente Ensayos No Destructivos. Se utilizan instrumentos con calibraciones que validan el registro de dichos datos. Ultrasonido 2D y 3D (técnica pulso-eco o phased array), partículas magnéticas, tintas penetrantes, inspección visual, metalografía no destructiva (técnica de la réplica), dureza digital Rockwell y Brinell.
Los defectos superficiales detectados se eliminan mediante rectificado in situ y posteriormente se verifica la integridad del componente en cuestión con nuevos controles de END.

3.2.1Molino de materias primas

Parada por año debido a vibraciones. En Tabla 2 se presentan datos relevados.

Tabla 2. Paradas/año por vibraciones fuera de rango.

Molino de materias primas (paradas/año)						
Año	2010	2012	2014	2015	2016	2017
n°	3	8	9	10	5	4

Las consecuencias del problema de vibración fueron la ovalización del casco de acero que se presenta en Tabla 3 y la presencia de fisuras sobre cordones de soldadura en unión de sección cónica y cilíndrica lado reductor. Ver Tabla 4.

Tabla 3. Ovalización del casco de molino

Diámetro (mm)	
nominal	4015
mayor	4050
menor	3985

Tabla 4. Presencia de fisuras desde cordones de soldadura hacia el casco, con dirección de 45°.

Año	Longitud (mm)
2013	800
2014	1100
2015	1250
2016	800
2017	300

En 2015 se tomaron medidas correctivas relacionadas con alineación de molino y control de vibración en ejes paralelos de piñones. En 2016 se realizó control de vibraciones en fundación soporte de motores. Se encontraron anclajes sueltos. Mediante ultrasonido se detectaron longitudes diferentes. Se procedió a la colocación de nuevos anclajes con lo que atenuó la vibración y consecuentemente la magnitud de las fisuras. La detección de fisuras se realizó mediante ensayo de tintas penetrantes y partículas magnéticas.
Las fisuras se atenuaron mediante taladros en los extremos y posteriormente se procedió a soldar con procesos de tipo SSFCAW (self shielded flux-cored arc welding) automatizado (robots). Finalmente se realizó control de integridad mediante ensayo de ultrasonido 2D y 3D.

3.2.2Rodamientos de horno de clinker

Acero SAE 1040 colado. Dureza original Rockwell C 30 HRC.
En 2005 se programó control anual de integridad mediante ensayos de ultrasonido, partículas magnéticas y dureza. Se observa que la presencia de fisuras en aristas tiene directa relación con el nivel de dureza. Teniendo en cuenta la cercanía del umbral de rotura de 50 HRC (rodamiento n° 2), se tomó la decisión de aplicar rectificado (año 2014). Luego de eliminar 0.7 mm la dureza quedó en un rango de 34-36 HRC.
En Tabla 5 se presentan la evolución de los valores de dureza Rockwell en el tiempo. En controles

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

realizados en 2014 y 2015 aparece una tendencia a estabilización de la dureza concordante con la disminución de cantidad de fisuras.

Tabla 5. Dureza Rockwell de rodamiento N° 2

Control END en rodamiento 2						
año	2010	2012	2014	2015	2016	2017
fisuras	12	14	16	7	3	2
dureza	48	49	49	36	34	34

Las fisuras se presentan en la arista exterior del rodamiento, lado entrada de carga donde los esfuerzos operacionales son mayores. El detalle se observa en Fig. 2.

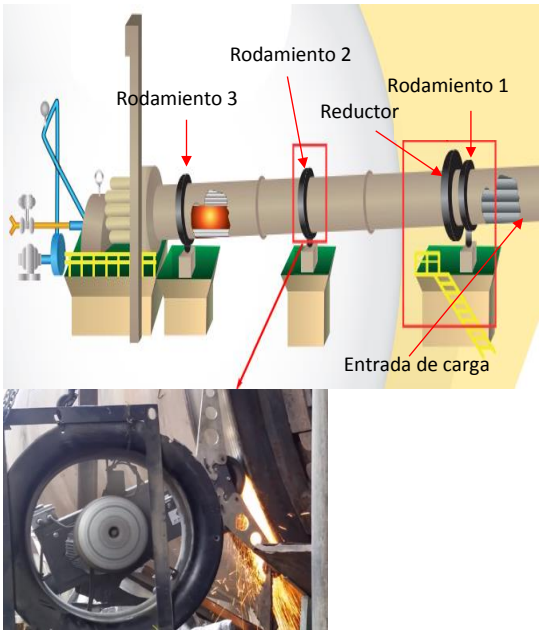


Figura 2. Esquema de horno y rectificado de rodamiento 2.

3.2.3Casco de horno

Los escenarios de largo plazo por lo general desarrollan características de análisis de información para la toma de decisiones en la renovación de activos físicos.

En este caso se considera el reemplazo de casco de horno ejecutado en el año 2016. La degradación responde al fenómeno de creep (deformación en el tiempo bajo carga asistida por calor). El casco es de acero estructural DIN St 37-2 (tipo ASTM A36). Espesor original 30 mm. Se analizan dos indicadores (Viswanathan, 1989). Curva de Nebauer de degradación de la microestructura por precipitación de carburos en borde de grano por efecto del calor y carga mecánica y Parámetro de Larson Miller (PLM) que plantea degradación en el tiempo por efecto del calor.

En la Fig. 3 se presenta la curva de Nebauer para este caso

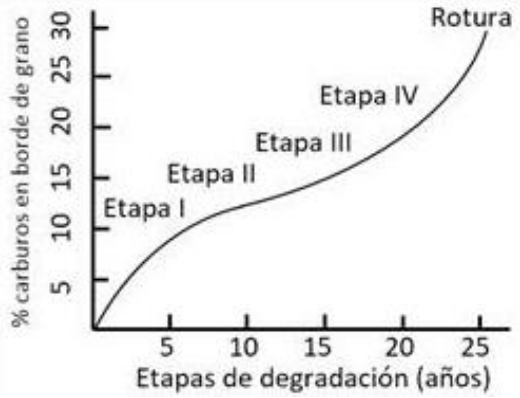


Figura 3. Curva de Nebauer. Degradación de la microestructura en condición de creep.

Mediante análisis de la microestructura se determinó presencia de fisuras en borde de grano en el año 20 de servicio (25 % de microfases precipitadas). Consecuentemente con esta situación, se midieron disminuciones localizadas en el espesor por deformación plástica del orden de 35 % (mediciones de 17 mm de espesor por ultrasonido en zona de máxima temperatura superficial, 380 ºC). Esta zona corresponde a sector de 1400 ºC en el núcleo del horno.

El PLM está definido en la ecuación (1).

$$PLM = T(C + \log t)*10^{-3} \quad (1)$$

Si se tiene en cuenta que el valor de PLM para este acero es 20 y el valor calculado es 22 (tiempo t de 20 años en horas), temperatura T (°C) y C=30, se concluye que la vida útil ha sido superada. Ante esta situación, evaluada con la curva de Nebauer y con el PLM, en 2015 se dispuso el reemplazo del casco. El seguimiento del deterioro del casco se realizó mediante metalografía no destructiva, medición de espesores con ultrasonido y toma de dureza Brinell. Esta información se presenta en Tabla 6.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 6. Dureza Brinell de casco de horno

Año	2004	2005	2010	2015	2017
Dureza HB	200	190	140	100	220
Espesor	24	22	19	17	30

La rotura catastrófica por creep se produce cuando el acero alcanza una dureza de 90 HB.
Análisis de resultados

3.3 Análisis de riesgo

La etapa de selección de indicadores queda planteada en 2.4. En cuanto al análisis intermedio se tiene en cuenta las medidas que se adoptan para la operación de los equipos en condición de integridad controlada. Esto se sostiene mediante programas de inspección y mantenimiento que se ejecutan paralelamente con los controles periódicos. Para estas tareas se prepara al personal mediante programas de capacitación específicos de manera de lograr eficacia en las reparaciones. Como ejemplo se presenta la soldadura con robots que no solo da confiabilidad sino eficiencia en relación a tiempo de empleado en cada tarea. En el año 2010 se repararon fisuras de 1000 mm en casco de horno en 9 días debido a los preparativos y tratamientos post soldadura. Empleando robótica en el año 2014 se utilizó un tiempo de 7 horas para la soldadura de la misma longitud de fisura. Esta situación también se repitió en el molino de materias primas ante la presencia de fisuras.
El análisis detallado en condición multinivel derivo en el reemplazo del casco del horno con una inversión de ARS 4.2 millones. El tratamiento aplicado mediante la metodología RBMI posibilitó de manera segura y confiable la disponibilidad de la inversión. Por otra parte, en el caso del casco de horno, se logro utilizar este componente hasta el fin de su vida útil con riesgo controlado.
Molino de materias primas. Existen antecedentes de rotura catastrófica como consecuencia de las vibraciones que impulsan fisuras por tensiones mecánicas. Este riesgo se logró atenuar mediante corrección de las sujeciones del motor a la fundación, alineado del conjunto eje de transmisión de potencia-eje de piñón-molino. Considerando la ovalización del casco y la longitud de fisuras, las medidas adoptadas mediante inspección y mantenimiento disminuyeron el riesgo de rotura catastrófica en un 75 % (fisura máxima considera como crítica 1200 mm, fisura de menor longitud 300 mm).
El rodamiento n° 2 de horno de clinker presenta riego de rotura catastrófica cuando supera 50 HRC con presencia de fisuras en aristas. El mantenimiento aplicado para eliminación de fisuras detectadas y redondeo de aristas de canto vivo, disminuyeron la dureza a valores de 34 HRC. En este caso el nivel de riesgo disminuyó en 70 %.
El casco de acero de horno por efecto de la carga térmica y mecánica en el tiempo, alcanzó el límite de vida útil. La metodología aplicada de inspección y mantenimiento determinó la necesidad de reemplazo del acero para evitar fractura que implica colapso del equipo. El seguimiento realizado a través de la evolución de la microestructura mediante la técnica de la réplica, indica que el acero superó la etapa IV en el año 20 de servicio, según la curva de Nebauer. En base a esta información la planta programo el reemplazo con dos años de anticipación, teniendo en cuenta tanto la inversión como la obtención del acero y la preparación de personal, tareas y materiales.

3.4 Optimización e implementación de RBMI

La metodología desarrollada en relación a inspección y mantenimiento aplicado a equipos críticos, paulatinamente se extendió al resto de las unidades la planta, en un tiempo estimado de 15 años de actividad: Ejes, ventiladores, torre de intercambio de calor, enfriadora de Clinker, trituradora primaria y secundaria, ductos, etc. En 2017 sobre la base de información relevada en el plan de inspecciones, en la trituradora primaria a mandíbula y rotor de impulsión de carga, se incorporó una moderna cinta metálica de transferencia de materias primas con un costo de ARS 5 millones. El programa de mantenimiento se redujo en un 90 %.
Actualmente la política de análisis de riesgo en el entorno de producción de esta planta industrial forma parte de la actividad regular del personal en todos sus niveles. Las debilidades existentes comprenden falta de personal capacitado en técnicas de inspección e incorporación de instrumental de última generación cuyo costo es altamente elevado por tratarse de nuevas tecnologías que se generan en el primer mundo.
Evaluación de eficiencia de RBMI
Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de RBMI, se traducen en mejora del nivel de

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

producción. La planta sostiene una producción anual de 1.5 millones de toneladas/año de Clinker en estado de cemento. En 2005 la planta generaba 0.7 millones de toneladas/año. El plan de inspección y mantenimiento aplicado con el componente de análisis de riesgos, contribuyó a la toma de decisiones para las inversiones, mantenimiento, renovación de unidades de la línea de producción, formación de recursos humanos en la metodología RBMI y en definitiva en mejora de eficiencia en un contexto gran avance de la tecnología con alta competitividad.
Los resultados logrados retroalimentan el Análisis Preparatorio, de manera que el sistema itera cuando un componente o equipo de la planta requiere de aplicación de RBMI.

4 CONCLUSIONES

- El plan de actividades basado en RBMI aplicado a plantas industriales, es la base de la atenuación de riesgo asociado con la durabilidad e integridad de funcionamiento y operación de las unidades asociadas en forma directa a la producción.
- El conjunto de requerimientos en función de los factores de gestión, permiten establecer las etapas de desarrollo de la metodología RBMI.
- El procedimiento planteado aplicado al caso de una planta industrial clásica, con mas de 20 años de servicio, contiene las etapas del proceso RBMI. Incluye la retroalimentación de la información de manera de extender las acciones a todo el personal y las unidades principales de producción.
- La aplicación de la normativa (EN, ISO, ASME) y reglamentaciones (EUD, EPRI), fortalece los fundamentos del proceso RBMI aplicado a plantas industriales. Constituye la base de los planes de atenuación de riesgos, de la factibilidad de lograr financiación de programas de implementación de innovaciones tecnológicas y de desarrollo de programas de inspección y mantenimiento.
- La aplicación de RBMI a los componentes seleccionados para el presente estudio (molino de materias primas, rodamiento de horno y casco), requiere de un tiempo prolongado de actividades de inspección y mantenimiento (en este caso alrededor de 15 años). Esta metodología se traduce en atenuación de riesgos en todos los casos.
- La implementación y optimización de RBMI responde a una filosofía de trabajo. Por lo tanto involucra a todos los niveles de la organización.

5 REFERENCIAS

Arata, A. A., Ingeniería de gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. RIL®editors, 367-375, 2009.

European Journal of Operational Research 253, 2016, 1-13

Advances on their foundation, European Journal of Operational Research 253, 1-13, 2016.

Dubois, D., Representation, propagation and decision issues in risk analysis under incomplete probabilistic information. Risk Analysis, 30, 361–368 . 2010.

Flage, R., T. Aven, P, Baraldi, E. Zio, Concerns, challenges and directions of development for the issue of representing uncertainty in risk assessment. Risk Analysis, 34 (7), 1196–1207. 2014.

Kaplan, S., B. Garrick, On the quantitative definition of risk. Risk Analysis, 1, 11–27 . 1981.

Park, I., H. Amarchinta, A Bayesian approach for quantifi- cation of model uncertainty. Reliability Engineering and System Safety, 95 , 777– 785, 1995.

Renn, O., Risk governance: Coping with uncertainty in a complex world. London: Earthscan, 1-12, 2008.

Rishbeth, H., M. Mendillo, Patterns of F2-layer variability, Journal of Atmospheric and Solar Terrestrial Physics, 63, 1661-1680, 2001.

SRA. Foundations of risk analysis, Discussion document. www.sra.com/ resources (accessed 14 August 2015).

Viswanathan, R. 1989. Damage mechanisms and life assessment of high temperature components. ASM International, 1989.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Implicancias socio ambientales relacionadas a la significación y valoración de temáticas alimentarias en estudiantes secundarios catamarqueños

Soria, Elvira del V.[1] Camba, Susana del V. [1]; Romero, Benigno N. [1]; González, Jonathan S. [1]; y Romero, Patricio T. [1]

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales; Universidad Nacional de Catamarca
ibiromero21@gmail.com; svc.exactas@yahoo.com.ar; romerobenigno739@gmail.com; yonyloco66@hotmail.com; patricioromero45@gmail.com;

RESUMEN: La investigación nutricional provee información esencial sobre cómo la degradación del medio ambiente puede llevar a grandes problemas de salud relacionados con la nutrición, hambre, contaminación etc. Nos propusimos conocer la significación y valoración que le otorgan estudiantes secundarios de Catamarca Capital al tema alimentación y sus implicancias socioambientales. Se realizó un estudio mixto, transversal, descriptivo, a 423 estudiantes de 2º año, comprendidos entre 14 y 16 años, de ambos sexos. Se les preguntó mediante encuestas semi estructuradas que significa para ellos alimentarse, cuales alimentos son más importantes para una dieta saludable y sus fundamentos. Los resultados muestran que la significación la asocian a la importancia para la salud, comer variado y equilibrado, tener energía y fuerza y calmar el hambre. Le asignaron mayor valoración nutricional a las frutas y verduras y carnes, en menor proporción a los lácteos y pastas, fundamentando dicha elección en el en el valor saludable variedad y aporte de energía. Se concluye que tanto la significación como la valoración se sustentaron principalmente en aspectos biológicos y socioambientales; presentando coherencia entre el significado, la valoración de los alimentos y las explicaciones que fundamentaron tales respuestas.

ABSTRACT: Nutrition research provides essential information on how environmental degradation can lead to major health problems related to nutrition, hunger, pollution, etc. We set out to know the significance and value that secondary students of Catamarca Capital give to the subject of food and its socio-environmental implications. A mixed, cross-sectional, descriptive study was conducted on 423 second-year students, between 14 and 16 years of age, of both sexes. They were asked through semi-structured surveys what it means to eat, which foods are most important for a healthy diet and its foundations. The results show that the significance is associated to the importance for health, to eat varied and balanced, to have energy and strength and to calm hunger. They assigned greater nutritional value to fruits and vegetables and meats, in smaller proportion to dairy products and pastas, basing said choice on the healthy value variety and energy contribution. It is concluded that both the significance and the assessment were mainly based on biological and environmental aspects; presenting coherence between the meaning, the value of the food and the explanations that supported such answers.

Palabras Claves: Alimentación; Nutrición; Ambiente; Alumnos.

Keywords: Food; Nutrition; Ambient; Students.

1 INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se encuentra enmarcado en el proyecto de investigación titulado Educación ambiental: enfoques y perspectivas en las prácticas de la enseñanza de San Fernando del Valle de Catamarca, acreditado por la secretaria de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Catamarca. Desde esta perspectiva, nos propusimos conocer la significación y valoración que le otorgan, estudiantes secundarios de Catamarca Capital a un tema tan importante y con tantas implicancias socioambientales y culturales, como lo es la alimentación; la cual cobra aún mayor significancia en una de las etapas vulnerables en la vida de las personas como es la adolescencia.

Mediante la educación alimentaria escolar, se debe generar conocimiento y reflexión, a los fines de crear conciencia en los alumnos de la necesidad de una alimentación equilibrada, propiciando hábitos saludables de alimentación, que se constituyan en prioridad, para posibilitar a las poblaciones vulnerables adaptarse a los cambios ambientales y socioeconómicos actuales.

A lo largo de los tiempos la sociedad humana ha modificado su estilo de vida y hábito alimentario, habiendo influido entre otras variables, el tipo de trabajo realizado, la cultura de consumo alimentaria y las posibilidades concretas de conseguir los alimentos, entre otros. Por otra parte, los roles familiares se han modificado al incorporarse la mujer al mercado de trabajo en igualdad de condiciones que los hombres. Esto llevó a que tanto el hombre como la mujer estuvieran menos tiempo en la casa y como consecuencia menor tiempo para preparar las comidas.

En nuestro país, es notable el incremento de patologías derivadas de un estilo de vida no saludable, en donde entre los principales factores de riesgos se encuentran el bajo consumo de frutas y hortalizas, como así también de pescado. En Argentina hay abundancia de alimentos, sin embargo, muchas personas no tienen acceso a ellos, por diferentes motivos, priorizando las cuestiones económicas, que hacen en algunos casos, las personas no puedan acceder a alimentos tanto en calidad como en cantidades suficientes y variadas. Otros pueden tener acceso a suficientes alimentos y sin embargo carecer de los conocimientos necesarios para seleccionar aquellos que contribuyan al cuidado de su salud y por lo tanto a mejorar la calidad de vida.

Desde esta óptica cobra interés el presente trabajo, en conocer cuál es la significación y valoración que le otorgan los estudiantes secundarios catamarqueños al tema alimentación, volviendo la mirada en educar para una alimentación saludable. La alimentación es un proceso socioambiental y cultural que tiene relación directa con el estado de salud de las personas. Los hábitos alimenticios se adquieren en la niñez y se consolidan en la adolescencia, es por ello que educar hacia una alimentación saludable implica ofrecer conocimientos, actitudes y habilidades para que, ante una variedad de opciones, los jóvenes puedan asumir decisiones responsables, y en este transitar tanto la escuela, como la familia, el estado, la sociedad, los medios de comunicación, etc.; cumplen un rol preponderante (De Longhi y Rivarosa 2012).

Actualmente, estamos viviendo en un mundo muy cambiante y complejo, estas condiciones generan una necesidad imperiosa: que la enseñanza del tema alimentación se ajuste también a dicha complejidad. Estas circunstancias han posibilitado que la sociedad en su conjunto, cree un espacio propio de formación denominado educación alimentaria. (Toscano *et al.*, 1994; Bahamonde, N. y Pujol, R., 2009). Las prácticas alimentarias se producen en la intersección de diferentes dominios de ámbitos social, cultural, económico, biológico, ambiental etc, estas prácticas incorporan representaciones simbólicas y valorativas en torno al tema (Rivarosa, 2008).

Cada vez más, la sociedad en su conjunto requiere la necesidad del tratamiento de temáticas relacionadas con la Educación Alimentaria y Nutricional Saludable, esta necesidad ha sido también planteada por distintos autores del campo educativo (Toscano *et al.*, 1994; Bahamonde, N. y Pujol, R., 2009; Bizzio y Núñez, 2014).

Ello nos lleva a considerar la alimentación humana como un conocimiento escolar, desde una perspectiva más amplia, que va más allá de una mirada exclusivamente asociada a la biología, a la nutrición o a la salud. El hecho alimentario, atravesado por el fenómeno de la globalización impacta en nuestras sociedades y requiere de una aproximación y tratamiento multidimensional, que contextualice la alimentación en el marco de una cultura (Toscano *et al.*, 1994).

Es así que, en investigaciones recientes sobre el comportamiento alimentario y nutricional a nivel comunitario, autores como Pozo Tamayo A.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

(2016), recomendaron considerar los conocimientos previos que poseen los estudiantes sobre alimentación y nutrición, a partir de los cuales se realicen intervenciones educativas con la finalidad de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje, y posibilitar un aprendizaje significativo a los alumnos.

2 METODOLOGÍA

Contexto de Investigación: El estudio se realizó en 10 escuelas públicas del nivel medio de San Fernando del Valle de Catamarca, ubicadas tanto en el radio urbano como periférico, las mismas fueron seleccionadas mediante un muestreo al azar. A ellas asisten por lo general jóvenes comprendidos entre 13 y 18 años de edad, de ambos sexos, provenientes de hogares de diferentes condiciones socioeconómicas, predominantemente media-baja, cuyos jefes de familia son empleados de la Administración Pública provincial o municipal; o trabajadores temporarios.El presente estudio se sustenta en el paradigma simbólico interpretativo, naturalista; con un enfoque etnográfico. Se planteó un estudio mixto, con una fuerte tendencia cualitativa; con un diseño no experimental, Ex post facto, de corte transversal y descriptivo. Se trabajaron dos variables de estudio: la significación otorgada por los alumnos al tema alimentación y la valoración considerada a los alimentos.
Las unidades de observación estuvieron representadas por 423 estudiantes de 2º año nivel secundarios de Catamarca, capital comprendido entre 14 y 16 años de edad, de ambos sexos, a quienes se les preguntó mediante encuestas semi estructuradas que significa para ellos alimentarse, cuales consideran que son los alimentos más importantes para una dieta saludable y sus fundamentos. Los datos fueron procesados empleando técnicas estadísticas descriptivas y procesos de triangulaciones.

3 RESULTADOS

Con el propósito de conocer la significación que le atribuían los alumnos al tema alimentación, y evaluar la eficacia percibida respecto de la enseñanza y el aprendizaje de la temática abordada, valorando la significación cognitiva y representacional que los alumnos le otorgaron al tema alimentación; se les preguntó mediante una encuesta semi estructurada qué significaba para ellos alimentarse y que valor le atribuían ellos a los alimentos. Las respuestas se muestran en el siguiente gráfico.

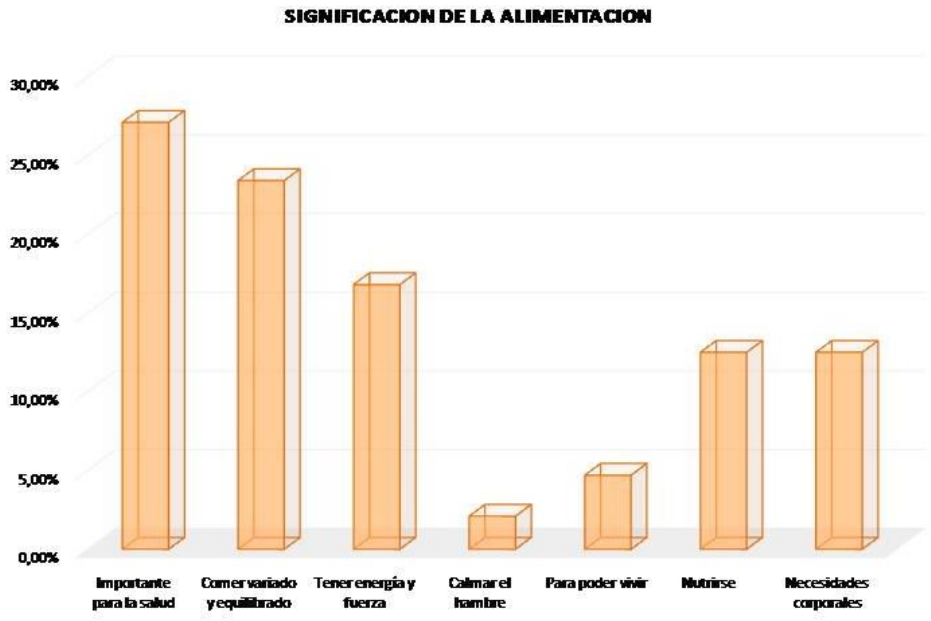


Gráfico N°1**:** Significado de alimentación para los alumnos encuestados. Fuente: Datos propios

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

En el gráfico anterior se observa que el 27,1% de los alumnos otorgaron a la alimentación significación asociada a la salud; el 23,4% respondieron que alimentarse es comer variado y equilibrado, el 16,8% indicó que alimentarse es tener energía y fuerza, entre otros. También un elevado número de alumnos respondieron que alimentarse significa tener energía y fuerza, ello está indicando que los estudiantes parecen tener más claro el papel de la energía que el de la materia en la alimentación.

En ese sentido se puede interpretar que la recuperación del saber aprendido (metacognición), se orienta en el reconocimiento explícito sobre la importancia que le dan al cuidado de la salud.

En relación a ello y en acuerdo con Membiela y Cid (1998), utilizamos la definición de *alimentación* como la forma y manera de proporcionar al cuerpo humano las sustancias que le son indispensables para mantener la salud y la vida, y la definición de *nutrición* como el conjunto de procesos por los cuales el cuerpo humano recibe, transforma y utiliza las sustancias contenidas en los alimentos, que constituyen los materiales necesarios para mantener la vida.

Otro grupo de alumnos el 2,1% relacionó la significación de la noción de alimentación con el "calmar el hambre", asociando este concepto con aspectos socioeconómicos y ambientales, estas respuestas de los alumnos, nos conduce necesariamente a replantearnos la enseñanza del tema alimentación, siendo necesario su abordaje desde enfoques más complejos que atiendan las necesidades reales de los alumnos, propiciando una integración en los procesos de enseñanza y aprendizaje donde se consideren todas las dimensiones del conocimiento de la temática, para lograr en los alumnos, una mejor y mayor comprensión.

Estos resultados encuentran concordancia con los reportados por Rivarosa (2008) en un estudio similar realizado en una escuela secundaria de la Provincia de Córdoba.

Por otra parte, algunos argumentos mencionados por los alumnos respecto a la significación de la noción de alimentación tales como es *importante para la salud, para poder vivir, satisfacer las necesidades de los humanos*, dan cuenta de las *miss conceptions* respecto a la función de la alimentación para preservar la vida de los seres vivos, lo que constituiría un obstáculo para la comprensión sobre la concepción sistémica y metabólica del tema alimentación. (Rivarosa, y De Longhi, 2006

Siguiendo con el análisis de la significación de la alimentación en los alumnos, se ha podido observar que existen algunas diferencias en las respuestas brindadas por los alumnos según sean del sexo femenino o masculino.

Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla N° 1**:** Significado de alimentarse según sexo de los alumnos encuestados

Significado de Alimentarse	Sexo		
	Femenino	Masculino	Total
Comer variado y equilibrado	58 13,7%	41 9,7%	99 23,4%
Alimentarse para tener energía y fuerza	22 5,2%	49 11,5%	71 16,8%
Alimentarse es importante para la salud	35 8,3%	35 8,3%	70 16,5%
Nutrirse	25 5,9%	28 6,6%	53 12,5%
Tener y cuidar la buena salud	31 7,3%	14 3,3%	45 10,6%
Alimentarse para poder vivir	6 1,4%	14 3,3%	20 4,7%
Calmar el hambre	3 0,7%	6 1,4%	9 2,1%
Consumir vitaminas, proteínas, minerales	5 1,2%	3 0,7%	8 1,9%
satisfacer la necesidad de los humanos	2 0,5%	4 0,9%	6 1,4%
No se	1 0,2%	4 0,9%	5 1,2
N/C	17 4,0%	20 4,8%	37 8,7%
Total	205 49,4%	218 50,6%	423 100,0 %

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

De la totalidad de los alumnos encuestados el 23,4% (99) respondieron que alimentarse significa comer variado y equilibrado, siendo el 13% (55) mujeres y 9,7% (41) varones. Mientras que el 16,8% (71) de los cuales: (5,2% mujeres y 11,1% varones) las respuestas estuvieron relacionadas a conceptualizaciones biológicas como la referida a tener energía y fuerza. Con respecto al significado que le otorgaron los alumnos a la alimentación, relacionado al "Tener y cuidar la buena salud" se pudo observar que la mayoría fueron mujeres (7,3%) quienes mencionaron dicha significación, en relación con el (3,3%) de los varones. Contrariamente en la significación "Alimentarse para poder vivir", se observó un 3,3% del sexo masculino, en relación con el 1,4% del sexo femenino. Solo el 1,2% contestaron no saber, siendo mayor el número de varones que mujeres.

Con el propósito de indagar y valorar aspectos cognitivos, procedimentales y actitudinales en el aprendizaje de los alumnos, preguntamos qué alimentos que no consumen con frecuencia incorporarían en sus comidas diarias, solicitándoles al mismo tiempo, argumenten las razones por las cuales los eligieron.

En el siguiente gráfico se presentan los resultados relacionados a los alimentos que mencionaron los alumnos que incorporarían en sus comidas.

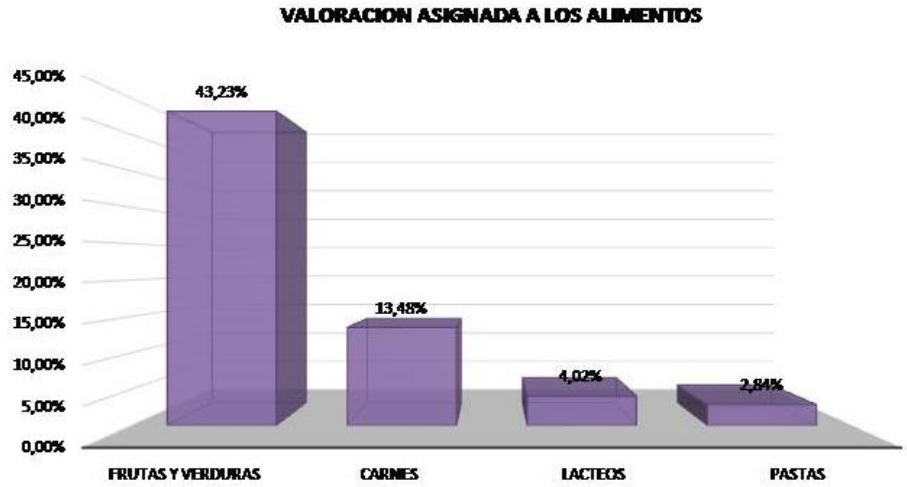
El 43,23% de los alumnos encuestados respondieron que incorporarían verduras y frutas a los alimentos que consumen diariamente, el 13,48% incorporaría carnes blancas (como pescados y pollo), y rojas como carne vacuna y de cerdo; lácteos el 4,02%, mientras que el 2,84% mencionaron las pastas.

Las verduras y frutas ocupan siempre el primer lugar en su consideración de alimento que consumirían además de otros alimentos donde también aparecen, en diverso orden relativo, como carnes, pastas y lácteos. No mencionaron las legumbres.

En las respuestas brindadas por los alumnos en las encuestas, en relación con los alimentos que incorporaría a sus comidas, se puede inferir que los mismos poseen conocimientos sobre que alimentos son importantes incorporar en virtud del cuidado y protección de su salud, y que precisamente, ellos no los tienen en cuenta a la hora de incorporarlos en sus comidas diarias.

Con motivo de conocer cuáles eran los motivos por los que los alumnos mencionaron los alimentos que incorporarían en sus comidas diarias; mediante las encuestas se les solicitó que argumenten las razones por las cuales los seleccionaron, sus respuestas se muestran en la siguiente tabla:

Gráfico N° 2: Valoración asignada a los alimentos.
Fuente: Datos Propios.



ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla N° 2: Razones por las cuales los alumnos encuestados incorporarían los mencionados alimentos

Porque incorporaría esos alimentos	Frecuencia	%
Es saludable	65	15
No se consume con frecuencia	33	8
Tienen vitaminas y proteínas	23	5
Se consumen alimentos variados	22	5
Son nutritivas	21	5
No nos gusta	14	3
Es rico y nos gusta	13	3
Importantes en la alimentación y desarrollo	10	2
No se consumen por el costo	6	1
Aportan energía y fuerzas	6	1
Otros	9	2
N/C	201	48
Total	423	100

Otros: No se prepararlo; Cansa la comida rutinaria; Se come comida chatarra; Son rápidas

El 15% de los alumnos respondió que incorporarían esos alimentos porque son saludables, el 8% de ellos, que los eligieron por que no se consumen con frecuencia esos alimentos, el 5% de los alumnos encuestados respondieron que incorporarían esos alimentos porque tienen vitaminas y proteínas, porque se consumen alimentos variados y son nutritivas, el 1% atribuyó al elevado costo de los mismos, como una de las razones por las cuales no los consumen a diario, pero que si los incorporarían y por último un elevado porcentaje de alumnos (48%) no respondió a la pregunta.

Podemos interpretar de este modo que, en la justificación otorgada por los alumnos a la selección de los alimentos para su consumo diario, la mayoría argumentan razones de salud y nutrición tales como: *son saludables, tienen vitaminas y proteínas, variedad de alimentos, aportan energía y fuerza.*

Una de las posibles razones por las cuales los alumnos seleccionaron alimentos saludables para ser incorporados en su comida diaria, podría estar relacionado con el hecho que los docentes en general lo relacionaron y lo trabajaron al tema exclusivamente resignificando su acción en la salud del hombre y desde un enfoque biológico exclusivamente, no considerando en general sus múltiples enfoques, siendo precisamente desde allí, desde donde surgieron, en algunos casos, ideas que los docentes sometieron a discusión con sus alumnos, recuperando dichos contenidos desde los conocimientos cotidianos, siempre relacionados con "*dieta equilibrada, o dieta saludable, comidas saludables".*

Por otro lado, existe también una justificación argumentada en el gusto y placer que le otorgan los alumnos a la comida, a los alimentos que mencionaron, en razón de: "*no nos gusta, es rico y nos gusta".* Además, consideraron también como una de las razones de la selección de alimentos, el factor económico, argumentando que no los consumen a diario por qué "No *se consumen por el alto costo que poseen los mismos".* Estos resultados coinciden con los encontrados por Rivarosa y De Longhi (2006).

4 CONCLUSIONES

En general se concluye que tanto en la significación como en la valoración de la alimentación; se sustentaron en aspectos biológicos, ambientales, socioculturales y económicos tales como el cuidado y protección de la salud, hambre, gustos, prácticas culturales etc., presentando coherencia entre el significado, la valoración de los alimentos y las explicaciones que fundamentaron tales respuestas. La presencia de esos componentes socioculturales y ambientales, influyeron notablemente en la cultura alimentaria de estos jóvenes, a propósito de lo cual podemos decir que a lo largo de la vida, la cultura alimentaria de cada uno se va consolidando en un continuo, en la cual, la asimilación de nuevos saberes se procesa en articulación con la matriz alimentaria y culinaria de origen aprendida sobre todo en adolescencia y juventud.

5 REFERENCIAS

Pozo Tamayo, A. (2016) Propuesta educativa en alimentación y nutrición para la evolución de los conocimientos previos de los estudiantes de Biología de una institución

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

penal española. Revista de Educación en Biología Vol. 19, No. 2. España

Rivarosa**,** A (2008) La noción de alimentación una propuesta de enseñanza para el cambio conceptual. Tesis de doctorado. Universidad Autónoma de Madrid. España.

Bahamonde, N. y Pujol, R. (2009) Un enfoque teórico para el abordaje de temas complejos en el aula: el caso de la alimentación humana. Enseñanza de las ciencias. N° extra VIII Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona. Pp. 2308-2312

Bizzio y Núñez (2014) Alimentación Saludable: Una Experiencia de Aproximación a la Construcción de Nuevos Conceptos. Vol. 16 Nº 1 Revista de Educación en Biología. Argentina, Pp. 37-47

Membiela, P. y Cid, M. (1998). Desarrollo de una unidad didáctica centrada en la alimentación humana, social y culturalmente contextualizada. Innovaciones Didácticas Enseñanza de las Ciencias, 16, (3): 499-511.

Rivarosa y De Longhi (2012) Aportes didácticos para nociones complejas en Biología: la alimentación Edit. Miño y Dávila. Córdoba Argentina.

Rivarosa, A. S. y De Longhi, A. (2006). La noción de alimentación y su representación en alumnos escolarizados. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 5, (3): 534-552.

Toscano, J.; Porlán, R.; Cantarero, M. A. y Núñez (1994) La alimentación humana como conocimiento escolar en la enseñanzas primaria. Investigación en la escuela, 23,77-86. España.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Evaluación del potencial de licuefacción en depósitos de arenas fluviales del río Dulce

Schiava, Ricardo[1]; Castellano, Juan[2]; Sisack Novillo, Tomás[3]; Angriman, Agustín Eduardo[3]

1.-Cátedra de Geotenica y Cimentaciones,
2.-Catedra de Geologia para Ingenieros,
3. Estudiantes de Ingeniería Civil.
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, 4200 - Santiago del Estero, Argentina.
schiava@unse.edu.ar;

RESUMEN: Las ciudades de Santiago del Estero y La Banda, en la Provincia de Santiago del Estero, Argentina, están asentadas en la planicie del antiguo valle de inundación del Río Dulce, cuya estratigrafía está determinada por su historia geológica. Este tipo de génesis le otorga a los estratos subyacentes, en una amplia área urbanizada, propiedades granulométricas y de densidad relativa que le confieren la característica de ser potencialmente licuefables ante la acción de un sismo, particularmente al manto arenoso saturado. Así define un problema de gran importancia socio-económica por el riesgo eventual de colapso o falla del mismo y condiciona la elección del tipo de fundación a adoptar en edificios en altura. Se realiza la caracterización físico mecánica por medio del análisis de un importante número de sondeos con ensayos de penetración normalizados S.P.T realizados en ambas ciudades complementado con el método geofísico de prospección sísmica. Finalmente se analiza la probabilidad de licuefacción de acuerdo al criterio expuesto en la Norma CIRSOC 103 (República Argentina) en función de las características granulométricas de los estratos granulares, la velocidad de onda de corte, siguiendo el criterio de Seed y se correlaciona sus valores con los obtenidos por otros investigadores.

ABSTRACT: The cities of Santiago del Estero and La Banda, in the province of Santiago del Estero, Argentina, are located in the plain of the old flood valley of the Rio Dulce, whose stratigraphy is determined by its geological history.This type of genesis of the underlying strata gives it, in a large urbanized area, granulometric and relative density properties that give it the characteristics of potential liquefaction due to the action of the seismic forces on the saturated sandy layer and defines a problem of great social importance. economic, given the eventual risk of collapse or failure and that conditions the choice of the type of foundation to be adopted in buildings at height. The study of the liquefaction possibilities of the sandy strata is carried out, through the physical physical characterization of the beds in depth by means of the analysis of a large number of wells with standardized SPT penetration tests carried out in both cities complemented with the methods prospeting sismic. Finally, the likelihood of liquefaction is analyzed according to the criterion stated in CIRSOC 103 (Argentine Republic), based on the granulometric characteristics of the granular strata, the cutting wave velocity, according to the criterion proposed by Seed and correlates with values obtained by other researchers

Palabras claves: Arenas, Licuefaccion, Sismo, Suelo

Keywords: Sand, Liquefaction, Quake, Soil

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCION

1.1 Licuefacción del suelo

Se lo define como al proceso mediante el cual los suelos granulares sueltos pueden sufrir una súbita perdida de su resistencia en un gran volumen de su masa, por causa de una vibración, un impacto localizado el cual por el elevado esfuerzo cortante localizado genera un importante grado de movilidad debido al desplazamiento de sus partículas. En estos casos, el suelo se comporta repentinamente como un líquido viscoso en el cual todo lo que se apoya en él se hunde. Cuando se produce la licuefacción en un suelo, los daños son devastadores en las construcciones ubicadas en el lugar. El efecto se produce en un estrato subterráneo y los granos pueden emerger a modo de burbuja a la superficie dada la presión ejercida por el agua en los poros del suelo hasta licuarlo.
Este es un fenómeno que se produce a partir de la combinación de condiciones físicas previas del suelo, como la granulometría, densidad y saturación, ante la acción dinámica de un sismo. En términos generales la licuefacción es el fenómeno mediante el cual el suelo, granular, suelto y saturado, pierde su resistencia mecánica por un aumento de la presión neutra hasta que la presión efectiva se anula, como resultado de la aplicación de cargas cíclicas generadas por una acción dinámica repetitiva
La licuefacción o licuación de los suelos, es uno de los temas más importantes en ingeniería geotécnica ya que se producen grandes deformaciones en la estrucutra interna del terreno, la capacidad portante del suelo disminuye drásticamente por el cambio del estado tensional interno del mismo (rotura de la estructura del suelo) como repuesta a la agitación dinámica del sismo. En las obras que sobre el se haya construido dicha capacidad portante genera graves asentamientos en las cimentaciones produciendo el hundimiento de las estructuras y su colapso ver Fig. 1. De ahí la importancia de reconocer si el suelo es capaz de licuarse y en ese contexto, tomar medidas de prevención o mitigación sobre las construcciones que vayan a realizar en ellos.

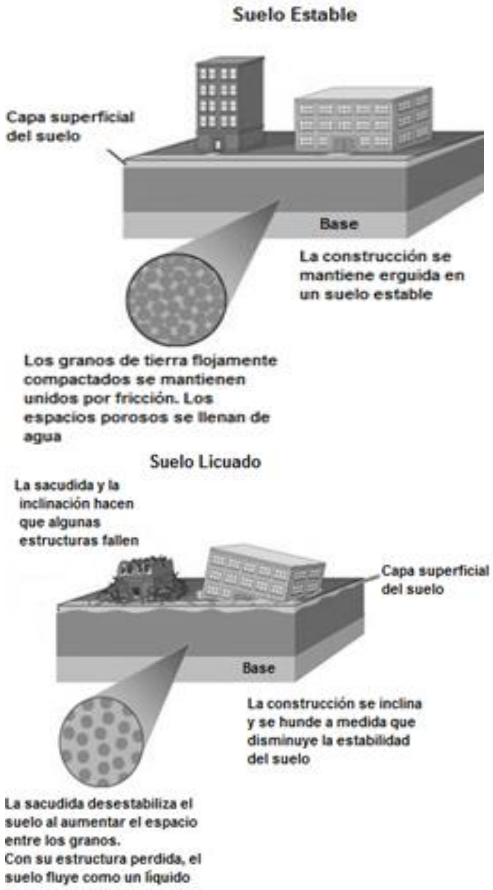


Figura 1. Arriba: suelo estable. Abajo: suelo licuado

1.2 Hipótesis.

Para que se produzca el fenómeno de licuefacción durante un sismo importante, el terreno debe previamente y naturalmente, poseer ciertas condiciones iniciales tales como, suelos arenosos sueltos donde los diámetros de las arena, se ubiquen entre 0,07mm. y 1,2 mm y estar en condición de saturado. Por otra parte debe existir estructuras geológicas regionales cercanas a la locación de ambas ciudades capaces de generar movimientos de importancia, Castellano, (2016) esto es de magnitud, M≥ 6 en la escala de Richter También se consideran los siguientes factores:

- Que la ciudad de Santiago del Estero fue afectada por un sismo histórico, donde se describió el proceso de licuefacción del suelo. Castellano (2005).
- Los estratos que también componen el subsuelo, de La Banda son arenosos como en la ciudad de Santiago del Estero y más aun cercanos al Río Dulce; o en aquellos lugares

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

que fueron depositado por el mismo río en su antigua llanura aluvial.

- Que el nivel freático relacionado con el caudal de crecientes conducido por el Río Dulce, y / o períodos húmedos por precipitaciones pluviales locales, recrea las condiciones críticas de saturación de las arenas presentes.
- Así todo lo antes mencionado y ante la ocurrencia de un sismo de magnitud ≥ M6, permite plantear una hipótesis de trabajo siguiente:
- En las ciudades de Santiago del Estero y La Banda se puede llevar a cabo el fenómeno de licuefacción, en sectores influenciado por recarga de la capa freática por el Río Dulce, o en capas arenosas saturadas de la antigua llanura fluvial de dicho río, donde el nivel freático sea elevado.

Dicha hipótesis toma mayor relevancia comprobarla para la zona crítica del casco histórico de Santiago del Estero, hoy el mas densamente poblado y edificado debido a las posibles pérdidas económicas u de vidas, que esto pueda generar. Sin embargo también cabe mencionar que existen zonas de paleocauces en la antigua llanura de inundación, que son susceptibles al fenómeno de licuefacción.

2 DETERMINACION DEL POTENCIAL DE LICUEFACCION

El análisis de licuefacción involucra la determinación del potencial de licuefacción que tenga un determinado suelo granular. La cuantificación del potencial de licuefacción de un suelo se presenta en términos de un factor de seguridad según el método simplificado (Seed & Idriss, 1971):

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (1)$$

Donde CRR (Ciclic Resistance Ratio) es la relación de resistencia cíclica, que representa la capacidad de suelo para resistir esfuerzos de corte inducidos por el sismo, y CSR (Ciclic Stress Ratio) es la relación de tensiones cíclicas, que representa la demanda sísmica al suelo.

De acuerdo con este concepto si CSR > CRR, el factor de seguridad será menor que 1 y la licuefacción debería iniciarse durante la ocurrencia del sismo. Por el contrario, si CSR < CRR, el factor de seguridad será mayor que 1 y la licuefacción no se debería producir. Sin embargo, Seed & Idriss observaron que un suelo con un factor de seguridad ligeramente superior a uno, podría sufrir licuefacción durante un terremoto, es por esto que en general se considera conveniente un valor del factor de seguridad mayor que 1,3.

La reglamentación vigente en nuestro país (norma INPRES CIRSOC 103) establece que, dependiendo la metodología que se utilice para establecer el coeficiente de seguridad, los valores que se deben considerar del mismo son:

FS < 1,4 - Para metodologías basadas en ensayos de laboratorio.

FS < 1,6 - Para metodologías basadas en ensayos de campo

2.1 Metodología utilizada para el estudio.

En esta sección se revisan y plantean las dos metodologías de uso común en estudios geotécnicos para el análisis del potencial de licuefacción en suelos granulares sometidos a cargas dinámicas inducidas por los sismos:

- Metodología basada en el Ensayo de Penetración Estándar (SPT)
  - Método sugerido por CIRSOC 103
  - Método de Seed & Idriss (Actualizado por Youd et al.) – Año 1998.
  - Método de Idriss & Boulanger – Año 2004.
- Metodología basada en Ensayos de Propagación de Ondas Sísmicas.
  - Método de Seed et. al.

En adelante se hace una revisión breve sobre las metodología de dichos ensayos, se analiza la obtención de datos necesarios para realizar el análisis buscado y se presentan las metodologías para la evaluación del potencial de licuefacción.

3 3. DETERMINACION DE LA PROBABILIDAD DE LICUEFACCION

3.1 Método sugerido por el CIRSOC 103

El estudio de susceptibilidad a la licuefacción propuesto por el INPRES CIRSOC 103 se realizó para la ciudad de la Banda.

El Análisis preliminar propuesto por el INPRES CIRSOC (2013) plantea que:

La licuefacción es muy probable en donde:

- Existencia de mantos de arenas o limos saturados hasta profundidades de 25 m
- El diámetro D_{50} de los granos está comprendido entre 0.07 mm y 1.20 mm

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

- El número de golpes del ensayo S.P.T. resulta :

$$N_{SPT} \leq 3.5 + 0.35 * z(m) \quad (2)$$

La licuefacción es improbable en donde:

- No existen mantos de arenas o limos saturados hasta profundidades de 25 m
- El diámetro D_{50} de los granos es mayor que 3.50 mm ó menor a 0.01 mm
- El número de golpes del ensayo S.P.T. resulta :

$$N_{SPT} > 7 + 0.7 * z(m) \quad (3)$$

Basándonos en el número de golpe de la Tabla 1, se construye una gráfica, ver Fig. 2 en la cual se puede apreciar dos rectas, la recta inferior define una zona en donde cualquier valor menor a esta es muy probable que se produzca una licuefacción, si los valores están entre las dos rectas, existe una probabilidad intermedia de ocurrencia.

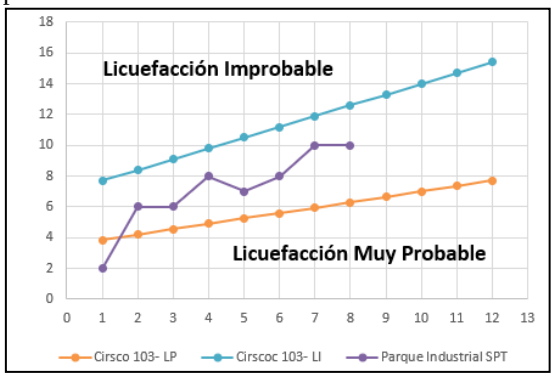


Figura 2. Probabilidad de licuefacción según CIRSOC 103.

3.2 Método de Seed & Idriss (Actualizado por Youd et al)

Este método fue desarrollado a partir de la evaluación empírica de observaciones de campo y de la información obtenida en ensayos in-situ y de laboratorio. Esta verificado y es aplicable para sitios con poca pendiente, con sedimentos posteriores al holoceno (últimos 11800 años), fluviales o aluviales, y que se encuentren a bajas profundidades (< 15m).

Su metodología implica el cálculo o la estimación de dos variables que son necesarias para la evaluación del potencial de licuefacción. La primera variable que representa la demanda sísmica en un estrato de suelo, expresada en términos de la relación de tensiones cíclicas (CSR), y la segunda de las variables que representa la capacidad de suelo para resistir la licuefacción, expresada en términos de la relación de resistencia cíclica (CRR).

El cálculo de la relación de tensiones cíclicas se realiza mediante la siguiente ecuación (Seed & Idriss, 1971):

$$\mathrm{CSR} = 0{,}65 * \frac{a_{max}}{g} * \frac{\sigma_0}{\sigma'_0} * r_d \quad (4)$$

En donde a_{max} es la aceleración horizontal pico de la superficie del terreno generada por el sismo; g es la aceleración de la gravedad; σ_0 y σ'_0 son la tensión vertical total y la tensión vertical efectiva de la sobrecarga respectivamente; y r_d es un coeficiente de reducción de tensiones que representa la flexibilidad del perfil de suelo.

El criterio de utilización del ensayo de penetración estándar (SPT) en el método simplificado para la

Tabla 1. Perfil del suelo Parque Industrial La Isla

P	Ensayos Granulométricos										
r	Porcentaje pasa Tamiz No.				Número	Límites				Indice	Clasific.
o		Arenas		Limos y	Golpes	de consistencia			Humedad	de	
f.	gruesas	medias	finas	Arcillas	S. P. T.					Consistencia	Unificada
m.	# 4	# 10	# 40	# 200	N	L. L.	L. P.	I. P.	H %		S. U. C.
0,00	100,0	99,7	87,4	27,6		N. P.	N. P.	N. P.	3,2		SM
-1,00	100,0	99,7	87,4	27,6	2	N. P.	N. P.	N. P.	3,2		SM
-2,00	100,0	100,0	88,5	5,4	6	N. P.	N. P.	N. P.	3,4		SP-SM
-3,00	98,1	97,7	89,6	3,8	6	N. P.	N. P.	N. P.	12,7		SP
-4,00	100,0	99,9	78,2	3,6	8	N. P.	N. P.	N. P.	19,4		SP
-5,00	100,0	99,4	69,4	5,2	7	N. P.	N. P.	N. P.	23,5		SP-SM
-6,00	100,0	99,7	75,2	3,9	8	N. P.	N. P.	N. P.	25,7		SP
-7,00	99,3	98,6	53,9	3,9	10	N. P.	N. P.	N. P.	21,9		SP
-8,00	61,8	46,5	26,1	16,4	10	N. P.	N. P.	N. P.	21,7		SM
-8,50	100,0	100,0	99,2	81,7	11	29,4	19,8	9,6	24,7	0,5	CL

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

evaluación del potencial de licuefacción ha sido el de mayor uso en el campo práctico a lo largo de los años debido a su simplicidad y bajo costo. El mismo está basado en la relación existente entre el $(N1)_{60}$ y CRR. Donde $(N1)_{60}$es el número de golpes normalizado para una presión de sobrecarga de $100\ KPa$ y una relación de energía de golpeo del 60%. Dicha relación se expresa a través de curvas que expresan el valor de CRR en función del $(N1)_{60}$ para diferentes valores de contenidos de finos desarrolladas por Seed y otros en 1985.
La ecuación (Rouch, 1998) de la curva básica para arenas limpias ($\%Finos\ <\ 5\%$) tiene la forma:

$$\mathrm{CRR}_{7.5} = \frac{1}{34-(\mathrm{N_1})_{60}} + \frac{(\mathrm{N_1})_{60}}{135} + \\ + \frac{50}{(10*(\mathrm{N_1})_{60}+45)^2} - \frac{1}{200} \qquad (5)$$

Válida para $(\mathrm{N_1})_{60} < 30$. Para $(\mathrm{N_1})_{60} > 30$, los suelos granulares limpios son considerados no licuefables ya que son demasiados densos como para que se produzca la licuefacción ver Fig. 3.

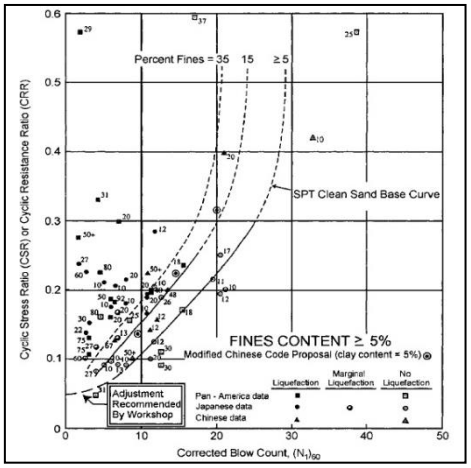


Figura 3. Curva básica del SPT para arenas limpias (< 5%) en comparación con curvas con contenidos de finos mayores (15% y 35%).

3.3 Método de Idriss & Boulanger

La metodología de Idriss & Boulanger hace una reevaluación de los procedimientos basados en el SPT e incorpora varios ajustes diferentes y revisiones de los parámetros:

- La CSR y el $(N1)_{60}$ se han recalculado utilizando los parámetros rd, MSF, Kσ, y las relación N_C recomendadas en este procedimiento.
- Las relaciones N_C y $K\sigma$ para arenas limosas se calculan utilizando los valores equivalentes de arena limpias $(\mathrm{N_1})_{60}CS$, lo que parece ser una aproximación razonable a la espera de definición experimental mejor de cómo el contenido de finos afecta estas relaciones.
- Para casos históricos en donde la licuefacción se produjo a principios de agitación, la CSR se ajustó para reflejar el número de ciclos equivalentes que se había producido hasta el momento en que se desencadenó la licuefacción (Idriss, 2002).
- Los datos experimentales y consideraciones teóricas que proporcionan orientación sobre la forma de la curva CRR – $(N1)_{60}$ para valores altos de $(N1)_{60}$ fueron re examinada.

La curva propuesta para suelos granulares pueden expresarse mediante las siguientes ecuaciones. En primer lugar, la resistencia a la penetración SPT se ajusta a un valor de arena limpia equivalente, ver Fig 4, como:

$$\mathrm{N_{CS}} = (\mathrm{N_1})_{60} + \Delta(\mathrm{N_1})_{60} \qquad (6)$$

Dónde:

$$\Delta(\mathrm{N_1})_{60} = \mathrm{e}^{\left(1{,}63+\frac{9{,}7}{\mathrm{CF}}+\left(\frac{15{,}7}{\mathrm{CF}}\right)^2\right)} \qquad (7)$$

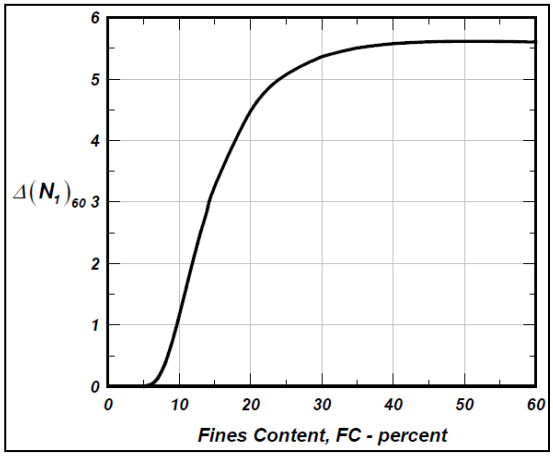


Figura 4. Variación de $(N1)_{60}$ con el contenido de finos

El valor de CRR para una magnitud de terremoto $M = 7{,}5$ y una tensión vertical efectiva $\sigma' = 1\ atm$ se puede calcular sobre la base de NCS utilizando la siguiente expresión:

$$\mathrm{CRR} = \mathrm{e}^{\left[\frac{\mathrm{N_{CS}}}{14{,}1}+\left(\frac{\mathrm{N_{CS}}}{126}\right)^2-\left(\frac{\mathrm{N_{CS}}}{23{,}6}\right)^3+\left(\frac{\mathrm{N_{CS}}}{25{,}4}\right)^4-2{,}8\right]} \qquad (8)$$

Método de Seed et. al.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Una de las numerosas relaciones matemáticas resultante de reiterados ensayos de campo conocida fue propuesta por el científico Seed en el año 1983. Hoy día, esta expresión numérica es muy usada para averiguar las condiciones físicas del subsuelo.
Este algoritmo esta dado por el siguiente modelo cuantitativo:

$$V_s\left(\frac{m}{seg}\right) = 56\,(N)^{1/2} \qquad (9)$$

Donde:
Vs: Velocidad de propagación de ondas de corte
N: Número de golpes suministrados al terreno evaluado.
Entiéndase por:
CN: Factor de Corrección, que tiene por expresión, $CN = 1 - 1{,}25\ log\ \sigma_v/\sigma'_{v1}$; en la cual
σ'_{v1} = 1 Kg/cm². De estas variables se obtendrán:
Por su parte, especialistas ingeniero sísmico, deducen que la Resistencia a la Licuefacción incrementa con el aumento de la densidad del suelo, por consecuencia, otros parámetros también aumentan.

$$CRR = a\left(\frac{V_{s1}}{100}\right)^2 + b\left(\frac{1}{V^*_{s1}-V_{s1}} - \frac{1}{V^*_{s1}}\right)MSF \qquad (10)$$

Donde:
V^*_{s1} es una velocidad de onda de corte que depende del contenido de finos dentro de la masa de arena.
V_{s1} velocidad de onda de corte corregida por esfuerzo de sobrecarga, donde:

$$V_{s1} = V_s\left(\frac{P_a}{\sigma'_v}\right)^{0,25} \qquad (11)$$

4 CALCULO DE PROBABILIDAD DE LICUEFACCION DE SUELOS.

4.1 Ecuaciones aplicadas para S&I, I&B.

Youd and Noble, 2001
Segun el trabajo de Bravo Decker (2016) se utilizo un analisis logístico para estudiar datos de casos en sitios donde la licuefacción ocurría o no ocurría durante unos terremotos. Este análisis resulto en la siguiente ecuación probabilística:

$$\log PL = \ln\left(\frac{PL}{1-PL}\right) = -7.633 + 2.256Mw$$
$$-0.250N1_{(60)cs} + 3.095\ln(CRR) \qquad (12)$$

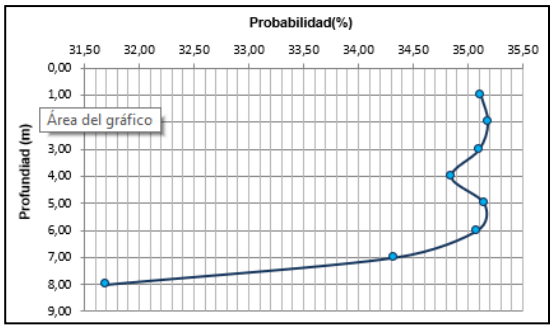


Figura 5. Probabilidad de licuefacción según Seed & Idriss.

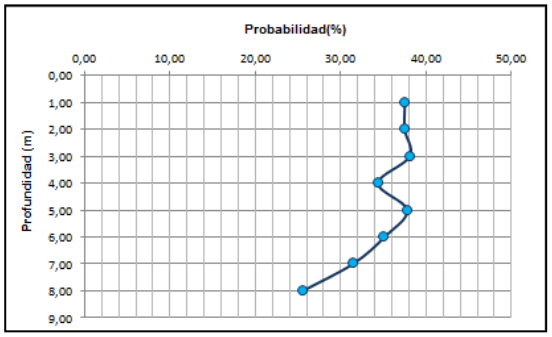


Figura 6. Probabilidad de licuefacción según Idriss & Boulanger.

4.2 Ecuación aplicada para Seed et. al.

Kayen y otros propone la utilización de las velocidades de onda de corte Vs para realizar correlaciones del potencial de licuación en los suelos. Las velocidades de onda en el subsuelo se determinaron mediante un equipo de 12 geofonos Seistronics Ras 24.

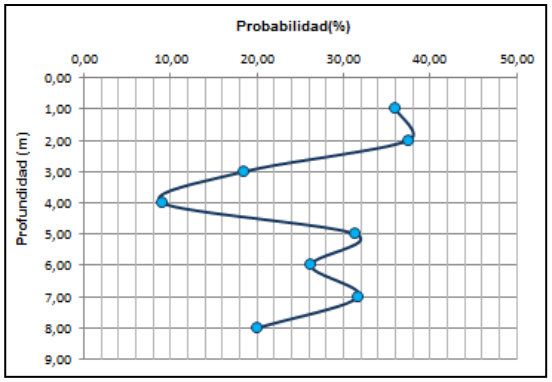


Figura 7. Probabilidad de licuefacción según Seed et. al.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

5 CONCLUSIONES

Existe la probabilidad de licuefacción de suelos arenosos caracterisiticos para el conourbano Santiago del Estero – Banda.

Los análisis de potencial de licuefacción realizados siguiendo los tres métodos desarrollados indican una similar probabilidad de ocurrencia ante un sismo de magnitud dada, permitiendo correlacioar sus resultados.

La probabilidad de ocurrir licuefacción del suelo decreció en general desde la superficie hacia las capas profundas, los valores oscilaron entre un máximo del 38% a un minimo del 10% respectivamente pero que entre los 5m y 8m de profundidad, la probabilidad varía entre el 20 % al 32% de que se licue el terreno.

Considerando el sismo histórico que afectó a la Ciudad de Santiago del Estero, la probabilidad de licuefacción fue de aproximadamente un 40% pudiendo variar este valor en función de la magnitud del sismo y, la aceleración que el suelo reciba de acuerdo a la intensidad del fenómeno sísmico.

La probabilidad de licuefacción del suelo por ocurrencia de un sismo $M \geq 6$ que afecte al conourbano Santiago del Estero - La Banda, requiere de la permanente aplicación de las normas CIRSOC 103 del INPRES para la Republica Argentina con todas las particularidades que refuercen las construcciones locales.

6 REFERENCIAS.

Bravo Decker, J. 2016. Mejoramiento masivo de subsuelos mediante pilas de agregado apisonado (rap) en suelos tipo f según la norma ecuatoriana de la construcción 2015. Uuniversidad Católica de Santiago de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Civil. Ecuador.

Castellano J. E. Bailon (2005) Análisis de factores concurrentes en la paleolicuefacción del subuelo de la ciudad de Santiago del Estero. I Jornadas de Investigación en Ciencia y Técnica de las Facultades de Ingeniería del NOA. Tucuman.

Castellano, J. R. Schiava, E. Gomez.(2016). Sismicidad, fallas sismogénicas de la provincia de Santiago del Estero. Riesgo de licuefacción de los suelos en la ciudad Capital. CAMSIG 2016. Rosario

Gonzalez J. y A. Ughi. (2006). Evaluación de riesgo de licuación de suelos utilizando sísmica de refracción somera en la isla de barrera de la Laguna de Unare, Estado Anzoátegui.. Universidad Central de Venezuela.

Martin, A, J. Castellano, R Storniolo, R. Bejarano, W Schejtmann. (1994) Carta Hidrogeológica de Santiago del Estero. 1º Congreso Naciona de Hidrogeologia de la República Argentina. Bahía Blanca.

Proyecto de Reglamento CIRSOC 103. Acción de los Sismos sobre las Construcciones. INTI .2013

Schiava, R. et al. Suelos Colapsables y Licuefables de Santiago del Estero. Consejo Profesional de Ingeniería y Arquitectura de Santiago el Estero. (1995).

Schiava, R. y Urtubey E. Análisis del potencial de Licuefacción del Abanico aluvial del conurbano Santiago-La Banda. EIPAC 2007. Salta, Argentina. (2007), E03-01.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Evaluación de la eficiencia energética en el alumbrado público

Preciado, Oscar U.[1] y Manzano, Eduardo E.[1]

Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión, Universidad Nacional de Tucumán-ILAV CONICET, San Miguel de Tucumán, Argentina
upreciado@herrera.unt.edu.ar; emanzano@herrera.unt.edu.ar;

RESUMEN: Debido al problema global del cambio climático, el ahorro de energía con la intención de disminuir la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera se ha convertido en una prioridad en todos los países. El Programa Nacional para el Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) promueve y apoya la renovación de los sistemas de alumbrado público en Argentina. Sin embargo, no existe aún una norma argentina que regule la eficiencia energética del alumbrado vial. Por este motivo, en este trabajo se analizaron las normas de eficiencia energética que existen en tres países: Colombia, España y México. Posteriormente se utilizaron estas regulaciones para evaluar, de acuerdo a sus requerimientos, el alumbrado vial de la ciudad de San Miguel de Tucumán. Los resultados muestran que no existe un consenso en cómo debería ser evaluada la eficiencia energética. Además, se encontró que la mayor parte de las instalaciones de alumbrado se encuentran sobredimensionadas, es decir, se exceden considerablemente los valores mínimos recomendados, lo que implica un derroche de energía. A pesar de esto, se encontró que el PRONUREE ha tenido un impacto importante en la reducción del consumo de energía del alumbrado vial y en la emisión de GEIs.

ABSTRACT: Due to the global energy crisis and climate change, energy conservation has become a priority in any country. The National Program for the Rational and Efficient Use of Energy (PRONUREE) promotes and supports the renovation of road lighting in Argentina. However, there is no an Argentinean standard that regulates the energy efficiency of road lighting. For this reason, energy efficiency standards of road lighting in three countries were analysed: Mexico, Colombia and Spain. Subsequently a diagnosis of lighting conditions was performed in an Argentinean city and energy efficiency was evaluated regarding these three standards. Results showed that there is not yet consensus on how energy efficiency should be evaluated according to these standards. Furthermore, considering that most of lighting installations are oversized, it is questioned the validity of the standards as regulators of energy efficiency in public lighting. In spite of this uncertainty, PRONUREE has had an important impact in the reduction of energy consumption of road lighting and in the emission of GHG.

Palabras clave: Eficiencia energética, alumbrado público, normas.

Keywords: Energy efficiency, road lighting, standards

1 INTRODUCCIÓN

La iluminación urbana tiene como función principal brindar seguridad tanto a peatones como a conductores. Desde la década del 50 se crearon regulaciones en todo el mundo para el diseño de instalaciones para mejorar las condiciones de iluminación, estableciendo valores mínimos mantenidos de los parámetros lumínicos más relevantes para realizar la tarea visual de conducción nocturna en forma segura y confortable. En Argentina la norma IRAM-AADL J2022 [1] recomienda emplear valores iniciales para los parámetros luminotécnicos y recomienda un factor de mantenimiento de 0,75.
Las normas en distintos países, coinciden en algunos de los parámetros luminotécnicos más importantes de calidad: luminancia, iluminancia, uniformidades, etc. Sin embargo, sólo recientemente se ha incluido a la eficiencia energética como parte de estos parámetros.

1.1 Normas de Eficiencia energética en alumbrado público

Se analizaron tres normas que abordan el tema de eficiencia energética en sistemas de iluminación urbana: el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior (REEIAE) [2] de España; la Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2013 [3] y el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP) [4] de Colombia.

1.2 Reglamento REEIAE español

El Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior aprobado en el año 2008 contempla dos objetivos principales: la disminución en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) mediante el ahorro de energía y la reducción de la contaminación lumínica.
Se encuentra en concordancia con el estándar europeo UNE-EN 13201 [5] en cuanto a la clasificación de vías de transito y a los parámetros de iluminación de referencia, pero además establece que no pueden superarse los valores de luminancia o iluminancia mínimos mantenidos en más del 20%.

Para medir la *eficiencia energética* (ε) de las instalaciones se plantea el índice:

$$\varepsilon = \frac{S \cdot E_m}{P}\left[\frac{m^2 \cdot lx}{W}\right] \quad (1)$$

Este índice depende del área iluminada (S), la iluminancia media en servicio[1] (E_m) y la potencia total de las lámparas y equipos auxiliares (P). El REEIAE requiere que una instalación de alumbrado tenga una ε mínima de acuerdo con la iluminancia media en servicio (Tabla 1).

Tabla 1. Requisitos mínimos de eficiencia en instalaciones de alumbrado vial funcional (REEIAE).

Iluminancia media en servicio Em [lx]	ε mínima [m²lx/W]	DPEA [W/m²]
≥ 30	22	1,36
25	20	1,25
20	17,5	1,14
15	15	1,00
10	12	0,83
≤ 7,5	9,5	0,79

En la Tabla 1 se ha agregado una columna con la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) máxima obtenida a partir de la relacion entre la iluminancia media en servicio y la ε mínima. Originalmente la DPEA no figura en el REEIAE pero se agregó a fin de poder efectuar comparaciones con las otras normas analizadas que utilizan este indicador de eficiencia.
El REEIAE además indica una calificación energética determinada por el índice de eficiencia energética (I_ε) mediante la comparación con una eficiencia energética de referencia (ε_R) establecida de acuerdo con el tipo de vía:

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R} \quad (2)$$

El I_ε se usa entonces para asignar una calificación energética a la instalación con letras, de la A a la G, en donde A significa la mayor eficiencia y G la menor.

[1] Valor promedio de la iluminancia en la zona de estudio en el momento de depreciación máxima de la instalación equivalente a la iluminancia mínima mantenida E_{mm}.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1.3 Norma Mexicana NOM-013-ENER-2013

Denominada "Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Vialidades", fue publicada en junio de 2013 y tiene por objetivo establecer requerimientos de eficiencia energética y de iluminancia o luminancia mínima mantenida. Se basa en gran parte en el estándar estadounidense ANSI/IESNA RP-8-00 [6].

La norma establece a partir de una clasificación de vías, los requerimientos de iluminancia (E_{mm}) o luminancia mínima mantenida, uniformidad ($E_{med}/E_{mín}$) y valores máximos de DPEA (Tabla 2). Para el caso de la DPEA, su valor además dependerá del ancho de la calzada y del tipo de pavimento que se tenga en la instalación y se clasifican en cuatro tipos (R1 a R4) que van desde una reflectancia difusa hasta una muy especular. La DPEA se calcula mediante la expresión:

$$DPEA = \frac{P}{S}\left[\frac{W}{m^2}\right] \qquad (3)$$

En donde P es la potencia total de las lámparas y equipos auxiliares y S es el área iluminada.

Tabla 2. Valores máximos permitidos de DPEA para pavimento tipo R2 o R3 (NOM-013-ENER-2013).

Clasificación de vialidad	Iluminancia mínima media [lx]	DPEA [W/m²] Ancho de calzada < 9	≥ 9 y < 10,5	≥ 10,5 y < 12	≥ 12
Autopistas y carreteras	6	0,41	0,38	0,35	0,31
Vías de acceso controlado y vías rápidas	14	1,01	0,95	0,86	0,81
Vías principales y ejes viales	17	1,17	1,12	1,03	0,97
Vías primarias y colectoras	12	0,86	0,81	0,74	0,69
Vías secundarias residencial Tipo A	9	0,64	0,59	0,54	0,5
Vías secundarias residencial Tipo B	7	0,49	0,45	0,42	0,37
Vías secundarias residencial Tipo C	4	0,32	0,28	0,26	0,23

1.4 Reglamento Colombiano RETILAP

Publicado en el año 2010, este reglamento tiene como objetivo establecer requisitos para los sistemas de iluminación y alumbrado público en Colombia.

El RETILAP es una compilación y adecuación de normas y reglamentos de varios países. En cuanto a eficiencia energética se refiere, establece al igual que la norma mexicana valores de DPEA que no deben ser excedidos y que se encuentran en función del nivel mantenido de iluminancia promedio[2] y del ancho de la calzada (Tabla 3).

Tabla 3. Valores máximos permitidos de DPEA (RETILAP).

Nivel mantenido de iluminancia promedio	DPEA [W/m²] según ancho de calzada [m]				
[lx]	<6	6 a 8	8,1 a 10	10,1 a 12	12,1 a 14
3	0,29	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,37	0,35	0,33	0,3	0,28
6	0,44	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,53	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,6	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,69	0,64	0,59	0,54	0,5
10	0,76	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,84	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,91	0,86	0,81	0,74	0,69
13	1,01	0,94	0,87	0,8	0,75
14	1,08	1,01	0,94	0,86	0,81
15	1,12	1,06	1	0,93	0,87
16	1,17	1,1	1,07	0,99	0,93
17	1,23	1,17	1,12	1,03	0,97
18	1,33	1,26	1,2	1,1	1,04
19	1,4	1,33	1,26	1,17	1,1
20	1,47	1,39	1,33	1,23	1,16
21	1,55	1,46	1,39	1,29	1,22
22	1,62	1,53	1,46	1,35	1,27
23	1,69	1,6	1,53	1,41	1,33
24	1,76	1,67	1,59	1,47	1,39
25	1,83	1,73	1,66	1,53	1,45
26	1,9	1,8	1,73	1,6	1,51

1.5 Análisis y comparación de las normas de referencia

La NOM-013 y el RETILAP tienen similitudes importantes en cuanto a su estructura y coinciden en la utilización de la DPEA como indicador de eficiencia energética, sin embargo existen diferencias tanto en los niveles exigidos como en la clasificación de las vías de transito. En

[2] Equivalente a Iluminancia mínima mantenida E_{mm}

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

el RETILAP, el valor de la DPEA requerido depende únicamente de la E_{mm} en la calzada y de su ancho, mientras que en el caso de la NOM-013, se hace además una diferenciación por tipo de vía de transito y de pavimento.

El REEIAE tiene una estructura diferente. En primer lugar se puede mencionar que el enfoque para el cumplimiento de este reglamento es distinto: mientras que el reglamento español exige alcanzar valores mínimos de eficiencia energética, la norma mexicana y la colombiana requieren no superar valores máximos de DPEA. Esto se debe a que el indicador de eficiencia del REEIAE (ε) es de cierta manera, el inverso de la DPEA. Para comparar los requerimientos de eficiencia energética, en la Fig. 1 se graficaron los valores máximos permitidos de DPEA en cada norma respecto de la E_{mm}. Primeramente se observa que las curvas de la DPEA de la NOM-013 se superponen con las del RETILAP, sin embargo el alcance es menor debido a que esta norma establece un valor fijo para cada tipo de vía (Tabla 2), mientras que el RETILAP especifica una DPEA para E_{mm} sin poner un límite (Tabla 3).

Por otro lado, la curva del REEIAE presenta una pendiente menor e interseca prácticamente por la mitad a las curvas del RETILAP. Esto implica que para $E_{mm} \leq 17$ lx el RETILAP es más exigente pues la DPEA máxima admitida es menor y cuando $E_{mm} > 17$ lx, el RETILAP es menos exigente pues la DPEA máxima admitida es mayor a la del REEIAE. También puede verse que, en términos generales, la norma mexicana es la que exige los valores menores de DPEA.

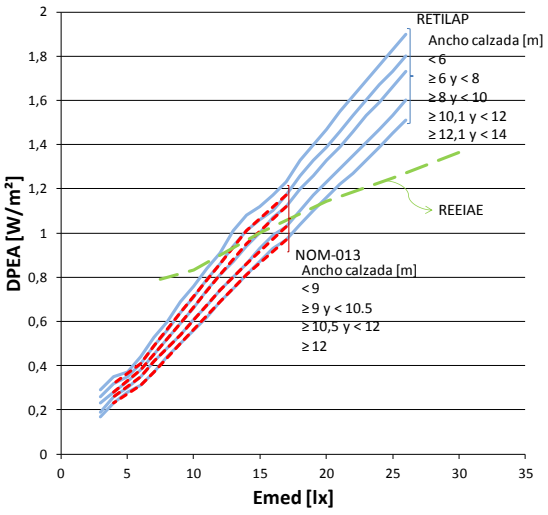


Figura 1. Comparación de requerimientos de DPEA máximos en función de la iluminancia mínima mantenida E_{mm}.

1.6 Metodología para evaluar la eficiencia energética en el microcentro de la ciudad de San Miguel de Tucumán

La Ciudad de San Miguel de Tucumán, capital de la provincia de Tucumán y ubicada en la región noroeste de Argentina, en los últimos años se adhirió al Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) [7] creado a finales del año 2007. De este programa se desprende un subprograma conocido como *PRONUREE – Alumbrado Público*, cuya intención es la de "promover el uso eficiente de la energía en los sistemas de alumbrado público existentes en todo el territorio de la República Argentina". Con el apoyo entonces de este programa, la municipalidad ha reemplazado el alumbrado público en toda la ciudad. El reemplazo incluye luminarias, lámparas y equipos auxiliares, pero manteniendo las columnas y, por tanto, la ubicación de las luminarias.

La metodología empleada para estudiar la eficiencia en el alumbrado consistió de las siguientes etapas:

1.7 Caracterización de la zona de evaluación

Para la evaluación del alumbrado se eligió la zona del microcentro de la Ciudad de Tucumán, conformada por el conjunto de manzanas delimitadas por cuatro avenidas principales: Av. Sáenz Peña-Avellaneda, Av. Belgrano-Sarmiento, Av. Colón-Ejercito del Norte and Av. Gral. Roca (Fig. 2).

Con base en información proporcionada por la municipalidad y corroborada mediante mediciones, se identificaron tres tipos de calles de acuerdo con sus dimensiones (Tabla 4). Las calles *tipo a* se encuentran en el centro de la zona evaluada que corresponde a la parte más antigua de la ciudad; las calles *tipo b* rodean a las anteriores y finalmente las *tipo c* corresponden principalmente a las cuatro avenidas periféricas de la zona (Fig. 3).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 4. Tipos de calle y sus características.

Calle Tipo	Ancho W [m]	Vereda WV [m]	Central WC [m]
a	7	2	0
b	9	3,5	0
c	9	4	1

1.8 Sistemas de alumbrado

Se llevó a cabo un relevamiento en la zona para identificar las distintas configuraciones de alumbrado urbano. Es necesario aclarar que sólo se consideró el alumbrado vial funcional, es decir, han quedado fuera del alcance de este estudio los sistemas de alumbrado en calles exclusivamente peatonales y de plazas.

Se encontró que existen 17 diferentes combinaciones de sistemas de iluminación para los tres tipos de calle mencionados en la sección anterior. En la Tabla 5 se muestran las principales características de los sistemas.

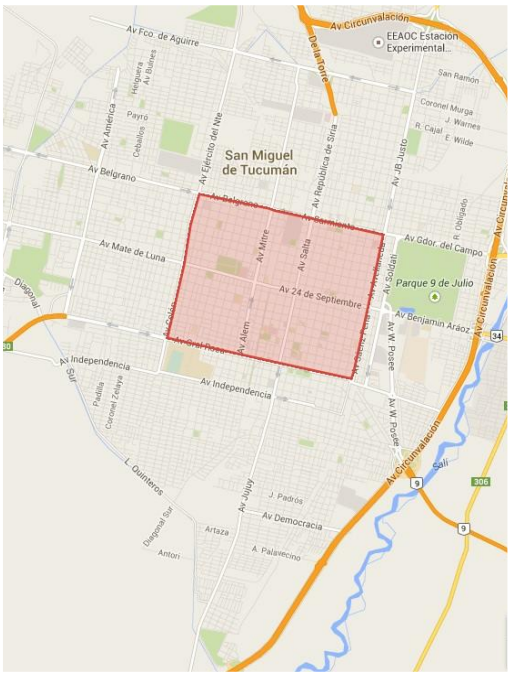


Figura 2- Mapa de la Ciudad de San Miguel de Tucumán donde se muestra la zona de evaluación.

Los datos comunes para todos los tipos de instalación son:

a) Lámparas HPS: SON-T Plus (Philips); 100 W: 10.500 lm, 150 W: 16.500 lm, 250 W: 32.000 lm and 400 W: 55.000 lm;
b) Luminarias: JC250 (L5) y NC4V (L6) para lámparas de 150 W, RS150 (L4) para lámparas de 100 W y 150 W, MBA70CO (L1) y MBA70S1 (L2) para lámparas de 250 W, y RC800 (L3) para lámparas de 400 W, todas ellas de la marca STRAND.
c) Luminaria LED: Philips GreenWay BEP L1 128 (L7) de 195 W y 18.400 lm.

1.9 Clasificación de las vías y requerimientos de iluminación

Prácticamente todas las normas sobre alumbrado público establecen una clasificación de las vías de transito de acuerdo a criterios tales como: densidad de tráfico, velocidad de circulación, presencia de peatones, etc. De acuerdo con estos factores se clasificaron las calles del microcentro de Tucumán basados en las normas y reglamentos estudiados.

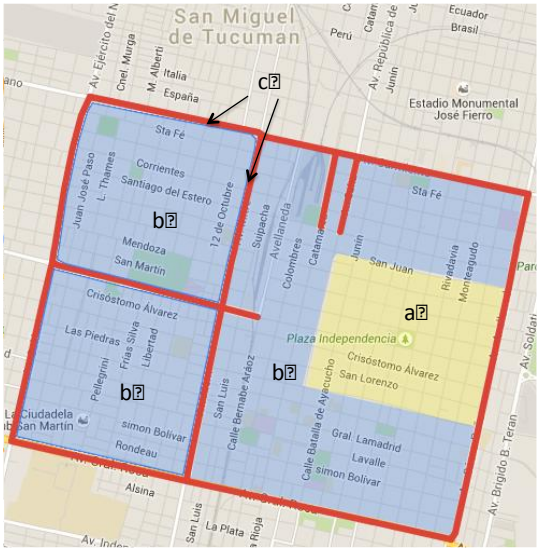


Figura 3- Identificación de los tipos de calle en la zona.

En términos generales en la zona se distinguen tres clases de vías:

1) Vías principales con dos direcciones de desplazamiento y con velocidades de hasta 60 km/h. En la zona analizada, las avenidas periféricas *tipo c* tienen estas características.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Esta clase de vías conforman el 37,5% del total de la potencia total instalada en la zona.

2) Vías primarias o colectoras que sirven para conectar el tráfico entre las vías principales. Presentan además altos niveles de tráfico y alta presencia de peatones. Las típicas avenidas que cumplen con esta definición son aquellas que atraviesan el centro de la ciudad y que por tal motivo cuentan con una gran actividad comercial, peatonal y tráfico. El 8,1% de la potencia total instalada son vías de esta clase.
3) Vías secundarias con tránsito vehicular de moderado a alto, además presentan la existencia de comercios y zonas residenciales. El 33,9% de la potencia instalada para alumbrado público en la zona son vías que presentan estas características.
4) Calles residenciales con presencia moderada de peatones y bajo tráfico vehicular. Las vías con estas características alcanzan el 20,5% del total de la potencia instalada.

En la Tabla 6 se muestran las clases de alumbrado que corresponden a las vías ubicadas en la zona de estudio de acuerdo con cada norma estudiada.

Es importante aclarar que la norma argentina exige valores de Iluminancia media inicial (E_{m0}) mientras que las otras tres, Iluminancia media mantenida (E_{mm}). En la Tabla 6 se muestran los valores de iluminancia o luminancia media requeridos por cada norma, considerando para el caso de la norma IRAM un factor de mantenimiento de 0,75. Puede observarse que la norma IRAM es la que tiene las mayores exigencias de iluminancia media, principalmente en las clases *C* y *D*. Las normas restantes requieren valores semejantes de iluminancia entre ellas.

1.10 Simulación de condiciones lumínicas

Para los 17 tipos de sistemas de alumbrado se efectuó una simulación de las condiciones de iluminación mediante el uso del programa DIALUX©. El programa requiere las características de las calles, las configuraciones de los sistemas de alumbrado y las fotometrías de las luminarias. En la Fig. 4 se muestran las fotometrías de las luminarias que se encuentran instaladas en la zona, las cuales fueron medidas en el Departamento de Luminotecnia, Luz y Visión.

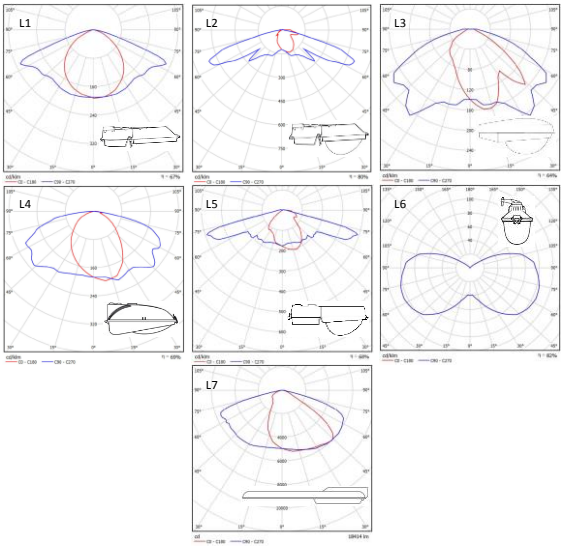


Figura. 4. Fotometrías de todas las luminarias instaladas.

2 RESULTADOS

2.1 Condiciones lumínicas

En la Tabla VII se presentan los resultados obtenidos de la simulación de las condiciones de iluminación. Con excepción de la instalación tipo XVI para el RETILAP, todas las instalaciones cumplieron con el nivel mínimo de luminancia o iluminancia requerido por las normas (Figs. 5(a) y 5(c)).

El REEIAE requiere además que no se superen los valores de referencia de iluminancia en más de un 20% pero, como se observa, todas las instalaciones superan por mucho este porcentaje.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 5. Características y tipos de alumbrado.

Tecnología	Tipo de instalación	Configuración	Líneas	s(m)	h(m)	o(m)	δ(°)	$P_{lamp}(W$	Luminaria	$P_{lum}(W$	$N_{lum} \cdot P_{lum}$ (kW)	$\%P_{tot}$
HPS	I	Central Bil.	6	28	11.0	2,5	0	250	L1	280	175.3	18.6
	II		6	28	6.5	3,0	0	250	L2	280	53.2	5.7
	III	Enfrentada	6	28	11.0	2,7	0	250	L1	280	50.4	5.4
	IV		6	28	13.0	2,7	0	400	L3	436	39.2	4.2
	V		6	32	13.0	2,7	10	400	L3	436	34.9	3.7
	VI	Unilateral	2	30	7.0	0,0	10	250	L2	280	23.0	2.4
	VII		3	30	7.0	1,6	10	250	L2	280	4.5	0.5
	VIII		3	30	7.0	2,7	10	250	L2	280	36.4	3.9
	IX		2	30	7.0	0,0	10	150	L4	170	89.3	9.5
	X		3	30	7.0	1,6	10	150	L4	170	50.2	5.3
	XI		3	30	7.0	2,7	10	150	L4	170	165.1	17.5
	XII		2	30	7.0	0,0	10	150	L5	170	3.7	0.4
	XIII		3	30	7.0	1,6	10	150	L5	170	9.5	1.0
	XIV		3	30	7.0	2,7	10	150	L5	170	1.0	0.1
	XV		3	30	7.0	1,6	10	100	L4	119	186.2	19.8
	XVI	Alternada	3	30	6.0	0,0	0	150	L6	170	6.8	0.7
LED	XVII	Unilateral	3	30	7.0	2,7	0	-	L7	195	12.4	1.3

Tabla 6. Clases de vías y requerimientos de iluminancia por normas.

Tipo de instalación	IRAM-AADL J2022				REEIAE				NOM-013-ENER-2013			RETILAP		
	Clase	$E_m(lx)$	U_m	U_g	Clase	$L_m(cd/m$	U_0	U_l	Clase	$E_m(lx$	U_m	Clase	$E_m(lx$	U_m
I - V	C	30.0	0.50	0.250	ME2	1.50	0.40	0.70	T3	17	0.33	M3	17	0.34
VI - VIII, XVII	D	20.3	0.33	0.167	ME3	1.00	0.40	0.50	T4	12	0.25	M4	12	0.25
IX - XIV	E	12.0	0.25	0.125	ME4	0.75	0.40	0.50	T5	9	0.17	M5	9	0.18
XV, XVI	F	7.5	0.25	0.125	ME5	0.50	0.35	0.40	T6	7	0.17	M5	9	0.18

2.2 Eficiencia energética

La Tabla muestra los resultados del cálculo de los indicadores para cada instalación, $DPEA_i$ y ε_i (i=I,II,III,…,XVII).

Los resultados muestran que, para NOM-013 y RETILAP, sólo los tipos I-III, XV y XVII serían considerados eficientes. Las instalaciones restantes se encuentran entre un 7% y 55% por

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

arriba del máximo permitido de DPEA (Figura 5(b)).
Por otra parte, de acuerdo con el indicador de eficiencia energética del REEIAE (ε), todas las instalaciones de alumbrado alcanzarían la eficiencia mínima e incluso la mayor parte obtendrían una calificación alta (Figura 5(d)). Sin embargo, esta norma también requiere que la luminancia media no exceda en más de un 20% la luminancia de referencia, pero a excepción del tipo XVI, las restantes instalaciones exceden por mucho este porcentaje (Figura 5(c)).

2.3 Ahorro de energía y perspectivas del alumbrado vial en la Ciudad de San Miguel de Tucumán

Se espera que, en los próximos años, las instalaciones actuales de alumbrado sean reemplazadas por luminarias LED. Por tal motivo, llevamos a cabo simulaciones en software asumiendo una futura iluminación LED para determinar la potencia necesaria de las luminarias y evaluar la eficiencia. Todas las luminarias utilizadas en este caso pertenecen a las familias GreenWay y GreenVision de Philips.
Primeramente, se simuló el caso donde las luminarias HPS eran sustituidas por luminarias LED, pero cumpliendo solamente con los niveles mínimos requeridos por la norma IRAM.
El segundo caso simulado consistía nuevamente en una sustitución por luminarias LED, pero en esta ocasión se mantenía el nivel de sobredimensionamiento actual de las instalaciones de alumbrado. De esta manera podríamos realmente establecer los beneficios atribuibles solamente al cambio de tecnología.
En años recientes, San Miguel de Tucumán se unió al Programa Nacional para el Uso Racional y Eficiente de la Energía (PRONUREE) creado en 2007. Con el apoyo de este programa, la municipalidad ha reemplazado 28.000 de las 40.000 luminarias existentes en la ciudad.
Previo a la implementación del PRONUREE, se encontraban instaladas luminarias modelo NC4V con lámparas de 150 W en las calles secundarias y residenciales; luminarias modelo MBA70 con lámparas de 250 W en calles primarias y, finalmente, en las avenidas principales, luminarias modelo RC800 con lámparas de 400 W.

Tabla 7. Condiciones de iluminación en las instalaciones.

Tipo de instalación	Luminancia			Iluminancia		
	$L_{mi}(cd/n$	U_0	U_l	$E_{mi}(lx$	U_m	U_g
I	2.3	0.52	0.74	41.5	0.58	0.35
II	4.1	0.34	0.40	52.5	0.46	0.26
III	2.2	0.60	0.70	37.1	0.57	0.41
IV	3.8	0.55	0.85	63.4	0.65	0.53
V	2.8	0.55	0.75	48.4	0.59	0.47
VI	3.2	0.40	0.42	41.3	0.53	0.37
VII	3.1	0.29	0.38	39.9	0.45	0.28
VIII	3.0	0.23	0.41	39.7	0.27	0.16
IX	1.1	0.39	0.67	17.9	0.39	0.16
X	1.1	0.36	0.66	17.6	0.37	0.15
XI	1.1	0.40	0.67	18.2	0.31	0.13
XII	1.3	0.37	0.68	17.7	0.42	0.19
XIII	1.2	0.35	0.68	17.2	0.41	0.18
XIV	1.2	0.26	0.65	17.4	0.25	0.11
XV	0.8	0.37	0.63	11.9	0.35	0.15
XVI	0.6	0.47	0.45	7.2	0.49	0.27
XVII	2.0	0.30	0.56	33.8	0.23	0.10

Utilizando los fondos del PRONUREE, la municipalidad decidió reemplazar la iluminación residencial, secundaria e incluso algunas calles primarias por el modelo RS150 con la siguiente distinción: para calles residenciales con lámparas HPS de 100 W mientras que para las vías secundarias y primarias con lámparas HPS de 150 W.
Las primeras dos columnas de la Tabla 8 muestra como han sido los cambios de luminarias, así como la potencia instalada antes y después del PRONUREE.
Para la suposición futura de la ciudad con iluminación LED, en la tercera columna de la Tabla 8 se muestran las sustituciones para el caso en donde se mantiene el sobredimensionamiento de las instalaciones. En la siguiente columna finalmente se muestran cómo serían las sustituciones por luminarias LED cuando se evita el sobredimensionamiento.
En la parte baja de la Tabla 8 se muestra el estimado anual del consumo de energía eléctrica

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

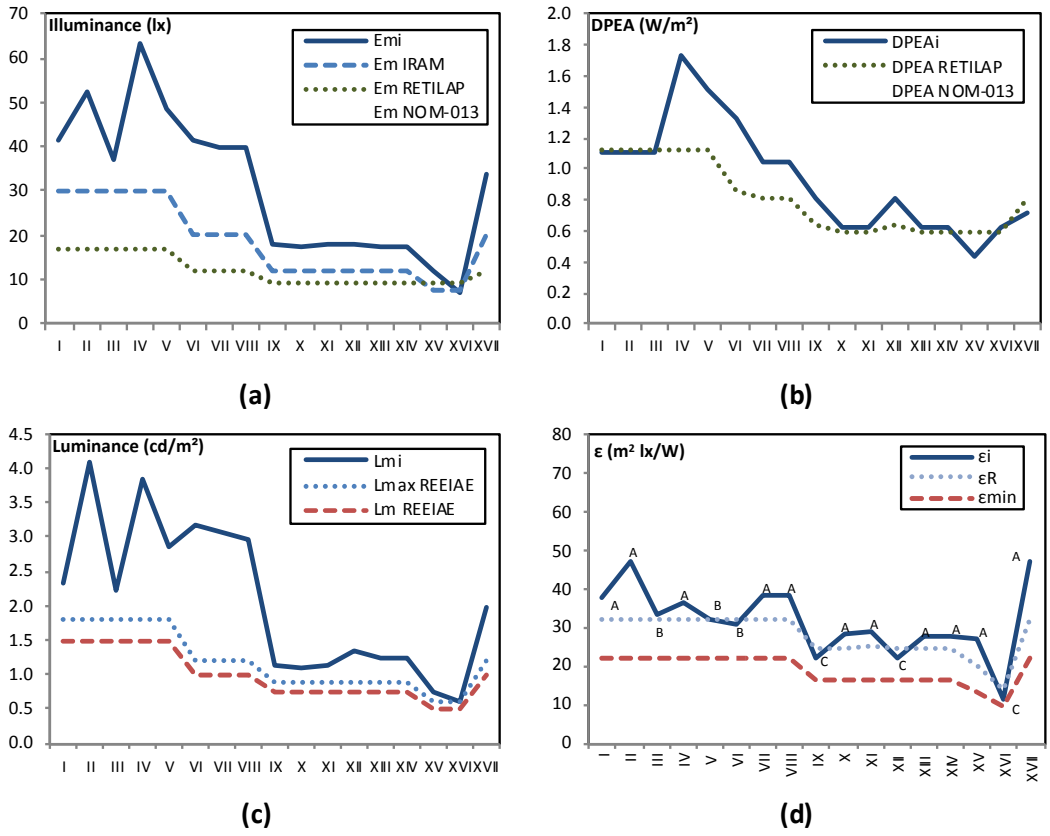


Figura 5. **(a)** De acuerdo con los requerimientos de iluminancia de las normas IRAM, NOM y RETILAP, casi todas las instalaciones de iluminación (excepto el tipo XVI para RETILAP) con los niveles mínimos requeridos. Además, es evidente que las instalaciones se encuentran sobredimensionadas. **(b)** La mayor parte de las $DPEA_i$ exceden los $DPEA$ máximos permitidos por NOM-013 y RETILAP. **(c)** Las instalaciones no solo alcanzan el nivel mínimo L_m requerido por REEIAE, sino que es excedido considerablemente (excepto por el tipo XVI). **(d)** Todas las instalaciones son calificadas como eficientes y obtienen como calificación entre la A y la C de acuerdo con el indicador de eficiencia de REEIAE.

alcanzado en cada caso, considerando un uso diario de 12 horas. Después aparece la emisión de GEI's relacionada con este consumo de acuerdo con el factor de emisión de Argentina en 2013.

A partir de la aplicación del PRONUREE, la ciudad ha alcanzado ahorros anuales de un 14% en el consumo total de energía, lo que representa además una disminución en la emisión de GEI's cercana a los 3.800 tCO_{2eq} al año.

Considerando ahora el reemplazamiento por luminarias LED manteniendo el sobredimensionamiento, se podría ahorrar hasta un 25% de energía anualmente y evitar la emisión de alrededor de 5.600 tCO_{2eq} respecto de las instalaciones actuales.

Cuando se evita el sobredimensionamiento, se pueden alcanzar ahorros de energía de más del 50%, lo que indica que sólo por evitar sobredimensionamiento de instalaciones se tiene un potencial de 25% de ahorro. Bajo estas condiciones además podrían dejar de emitirse a la atmósfera anualmente alrededor de 11.200 tCO_{2eq}.

3 CONCLUSIONES

El alumbrado público actual en la Ciudad de San miguel de Tucumán no sólo cumple con los requerimientos mínimos establecidos en la norma argentina y respecto de otras tres normas utilizadas en este trabajo, sino que se encontró que se

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

encuentra sobredimensionado debido a que excede en algunos casos hasta dos o tres veces los valores mínimos. Esto indica en primera instancia que estas instalaciones de iluminación no deberían ser consideradas eficientes.

Tabla 8. Cambios en el alumbrado público de la Ciudad de San Miguel de Tucumán.

	PRONUREE		Perspectiva con LED's	
	Antes	Desp.	Sobredim.	No Sobredim
Luminaria	NC4 V	RS150	BRP371	BRP371
$P_{lum}[W]$	170	119	70	55
N_{lum}	20 000	20 000	20 000	20 000
$N_{lum} \cdot P_{lum}[kW]$	3 400	2 380	1 400	1 100
Luminaria	NC4 V	RS150	BEP S1 64	BRP371
$P_{lum}[W]$	170	170	97	70
N_{lum}	2 400	2 400	2 400	2 400
$N_{lum} \cdot P_{lum}[kW]$	408	408	234	168
Luminaria	MBA 70	RS150	BEP S1 64	BRP371
$P_{lum}[W]$	280	170	97	70
N_{lum}	5 600	5 600	5 600	5 600
$N_{lum} \cdot P_{lum}[kW]$	1 568	952	545	392
Luminaria	MBA 70	MBA7 0	BRP373	BRP372
$P_{lum}[W]$	280	280	245	150
N_{lum}	18 000	18 000	18 000	18 000
$N_{lum} \cdot P_{lum}[kW]$	5 040	5 040	4 410	2 700
Luminaria	RC80 0	RC800	BRP373	BEPL11 28
$P_{lum}[W]$	436	436	305	195
N_{lum}	2 000	2 000	2 000	2 000
$N_{lum} \cdot P_{lum}[kW]$	872	872	610	389
$P_{total}[kW]$	11 288	9 652	7 198	4 750
$Energía\ [MWh]$	49 441	42 276	31 529	20 805
$Factor\ emisión\ [tCO_2/MWh]$	0.523	0.523	0.523	0.523
$Emisión\ GHG\ [tCO_2]$	25 858	22 110	16 490	10 881

Los resultados han mostrado que aún no existe un consenso en las normas para evaluar la eficiencia energética. A pesar de estos hechos, no puede negarse que el cambio masivo de luminarias que se ha llevado a cabo en la ciudad a partir de la aplicación del PRONUREE ha tenido un impacto importante en la reducción de la energía consumida y en la emisión de GEI's en San Miguel de Tucumán. Además de esto, la inminente sustitución en los próximos años de la iluminación vial actual basada en luminarias HPS por luminarias LED, llevará a mayores ahorros, especialmente si el sobredimensionamiento de las instalaciones es evitado.

4 AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Municipalidad de la Ciudad de San Miguel de Tucumán, en especial al Ing. Héctor Del Carril y al Ing. S. Gao, por el apoyo recibido para obtener información sobre las instalaciones de alumbrado. De igual manera agradecen las valiosas contribuciones del Mg. Alberto Cabello y del Ing. Luis Del Negro.

5 REFERENCIAS

[1] IRAM AADL J2022-2 (2010) Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Alumbrado público. Vías de tránsito. Clasificación y niveles de iluminación.. Argentina, Oct. 2010.

[2] Ministerio de industria, turismo y comercio. Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior. Real Decreto 1890/2008. España, Nov. 2008.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

[3] Norma Oficial Mexicana. Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades. NOM-013-ENER-2013. Diario Oficial de la Federación. México, Jun. 2013.
[4] Ministerio de Minas y Energía.Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público. RETILAP. Resolución 180540. Colombia, Mar. 2010.
[5] European Standard. Road lighting – Part 2: Performance Requirements. EN 13201-2:2003. Nov. 2003.
[6] American National Standards Institute. American National Standard Practice for Roadway Lighting. ANSI/IESNA RP-8-00. USA, Jun. 2000 Reaffirmed 2005.
[7] Secretaría de Energía. Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de la Energía. PRONUREE. Decreto 140/20

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Experiencia de articulación horizontal entre las asignaturas Cálculo II e Informática

Busab, Silvia E; Arias, Mirta M; Nahas, Analía E; Martín, Mariela; Jimenez, Lina.

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.
sbusab@herrera.unt.edu.ar; marias@herrera.unt.edu.ar;

RESUMEN: Este trabajo presenta el inicio de una etapa de articulación horizontal entre las asignaturas Cálculo II e Informática del segundo módulo de primer año de las carreras de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT). La articulación se centró en el tema "Integración Numérica" del programa de Cálculo II. La etapa organizativa incluyó reuniones sistemáticas en las que confluyeron los docentes de las asignaturas mencionadas para diseñar el recorrido del aprendizaje. Se elaboraron programas de computación usando los lenguajes de programación Pascal, C y Excel como herramientas motivadoras y de gran utilidad para la enseñanza del tema que permite aproximar integrales definidas. Las clases fueron desarrolladas con docentes de ambas asignaturas. Previamente, en clase de Informática los alumnos trabajaron con diagramas de flujo, ciclos iterativos y conceptos de programación necesarios y consensuados por los profesores de las dos disciplinas para el desarrollo y aprendizaje del tema matemático. En la etapa posterior se contextualizó lo aprendido en situaciones problemáticas de la vida diaria e ingenieriles, cuidadosamente seleccionadas, cuyas soluciones requerían el uso de algún software para lograr resultados con mayor exactitud, logrados en menor tiempo y prescindiendo de un arduo trabajo algebraico.

ABSTRACT**:** This research paper presents the beginning of a horizontal articulation stage between the courses Calculus II and Computing, which belong to the second module of the Engineering studies freshman year at Tucuman National University (UNT), Faculty of Exact Sciences and Technology. The articulation focused on the topic "Numerical Integration" in the Calculus II program. The organizational phase included systematic meetings in which teachers of the aforementioned subjects came together to design the learning journey. Computer programs were developed using the Pascal, C and Excel programming languages as motivating and very useful tools for teaching the theme that allows to approximate defined integrals. The lessons were developed by teachers of both courses. Previously, in Computing class students worked with flowcharts, iterative cycles, and programming concepts agreed upon by the professors of the two disciplines and necessary for the development and learning of the mathematical topic. In the next stage, what was learned was contextualized in problematic engineering and daily-life situations, carefully selected, whose solutions required the use of some software to achieve results with greater accuracy, attained in less time and without the need of arduous algebraic work.

Palabras claves: (articulación, programación, integración)

Keywords: (articulation, programming, integration)

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

El análisis de la articulación horizontal desde hace tiempo tiene vigencia en las discusiones educativas. La preocupación proviene de las dificultades que provoca la implementación de nuevos diseños curriculares o de los desafíos didácticos vinculados a la comprensión de problemas complejos y multidimensionales.

A veces se piensa que la universidad no está cumpliendo satisfactoriamente o lo hace de manera implícita, la función de formar a las futuras generaciones en las capacidades que requiere el desempeño en una sociedad que se transforma profunda y rápidamente.

Trabajar con temas en dos o más asignaturas desde miradas diferentes en educación permite abordar el doble problema de desarrollar conocimientos y capacidades que exige la formación del estudiante con mayor probabilidad de resultados positivos.

2 MARCO REFERENCIAL

El referente teórico está conformado por dos núcleos temáticos: articulación en el campo educativo y articulación pedagógica horizontal de contenidos.

2.1 Articulación en el campo educativo

El término "articulación" lleva a la elaboración de un concepto relacional. Permite representar "un algo" que viabiliza el funcionamiento armónico entre una o varias partes.

Si la articulación supone la existencia de partes o elementos entre los cuales existe otro que obra como mediador para garantizar la función de manera armónica, eficiente y eficaz, de modo que esos elementos mantengan su identidad, entonces articular en el sistema educativo es concebir dispositivos mediadores entre componentes considerados como identidades diferentes.

Desde el punto de vista teórico, se plantea que la articulación se constituye en un verdadero marco referencial que condiciona o viabiliza las prácticas docentes. Por lo tanto, la articulación se presenta como una visión comprensiva del proceso constructivo del conocimiento, como una instancia superadora de fragmentaciones inherente al proceso educativo.

La articulación dependerá de la fuerza y convicción de los docentes para convocar y promover procesos de reflexión conjunta con el fin de superar posiciones contradictorias que puedan producir rupturas profundas en las prácticas de enseñanza

Del concepto articulación, se puede observar que:

- Se refiere a la existencia de partes separadas.
- Los elementos componentes, mantienen su "identidad".
- Existe un elemento oficiando como mediador entre las partes.
- El mediador en cuestión facilita o viabiliza una función determinada.
- Para el ejercicio de la función, la totalidad de los componentes son indispensables ya que los involucra a todos.

La articulación exigirá promover un cambio en las pautas de trabajo, del centro, a través de un proceso de reflexión / revisión crítica de la propia realidad educativa apostando a los valores de colaboración.

Un cambio de pautas de trabajo que exige: superar la visión individualista de las prácticas ("la enseñanza es asunto de cada docente") fragmentada ("cada docente con su librito"), solitaria ("las dificultades de aprendizaje no son objeto de reflexión compartida"), marginal ("no interesan, ni se conocen los proyectos que cada docente encara"), etc.

Se propone, concebir a la articulación como un marco referencial, el cual nos exige adoptar un enfoque integrador de la tarea pedagógica cuando sea posible. Requiere que superemos la idea de pensar cada cosa por separado, y de actuar en consecuencia.

La articulación como marco referencial supone, entonces:

- Reposicionarse frente a las prácticas pedagógicas, tratando de establecer vínculos significativos entre las decisiones y acciones.
- Reposicionarse frente al conocimiento, tratando de buscar nexos posibles entre los contenidos que integran el campo de nuestro dominio.
- La búsqueda de posibles, y no forzadas, conexiones o vínculos con los contenidos de otras disciplinas.
- La búsqueda de coherencia en todos los aspectos de nuestra práctica docente.
- La articulación puede convertirse, para el alumno, en una meta cognición que facilita la revisión de viejos aprendizajes, promueve otros nuevos y permite vincular el ámbito académico con la realidad.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2.1.1Articulación en el nivel universitario

La Ley Federal de Educación (Ley 24.195) especifica:

Artículo 10. -La estructura del sistema educativo, que será implementada en forma gradual y progresiva, estará integrada por: a) Educación Inicial…b) Educación General Básica…c) Educación Polimodal… d) Educación Superior, profesional y académica de grado… e) Educación de Cuaternaria.

Artículo 12. -Los niveles, ciclos y regímenes especiales que integren la estructura del sistema educativo deben articularse, a fin de profundizar los objetivos, facilitar el pasaje y continuidad, y asegurar la movilidad horizontal y vertical de los alumnos/as.

Los planes de estudio universitarios están en general organizados según recorridos lineales donde la integración de conocimientos y la articulación entre asignaturas se suponen implícitas. La realidad de los cursos insertos en estos planes muestran que: muchos conocimientos aparecen inconexos en nuestros estudiantes. Esta desconexión puede deberse a distintos factores, por ejemplo el tiempo que transcurre entre una materia y la siguiente en que se retoma un tema o concepto o la diferencia de vocabulario o enfoque en las distintas materias que tratan un mismo tema. Sobre todo en los dos primeros años de las carreras de ingenierías, el programa de cada asignatura está constituido por una serie de unidades temáticas, con objetivos y propósitos formativos generalmente limitados a la propia disciplina.

Las discusiones sobre articulación entre asignaturas surgen habitualmente al replantearse institucionalmente correlatividades u orden de asignaturas en el plan. Es poco frecuente, considerar el aprendizaje de algún contenido como resultado de un proceso que incluye dos o un conjunto de asignaturas.

Por esto es necesario:

- Analizar por qué y para qué es necesario la articulación entre dos asignaturas universitarias.
- Diseñar acciones que impulsen la articulación.
- Recuperar el protagonismo de los niveles micro (asignaturas del mismo nivel).
- Desarrollar acciones de integración que den mayor coherencia a las prácticas educativas a fin de evitar rupturas y/o discontinuidades en los procesos formativos de nuestros alumnos.
- Superar el pensar en la articulación para pensar articuladamente.

La necesidad de aproximaciones mediante un software adecuado implica poder interpretar una situación desde un marco contextual específico. En el caso del tema Integración Numérica, expresar las características de lo incluido en la situación problemática requiere no sólo de un conjunto de habilidades desarrolladas sino también de la interpretación de lo presentado desde la teoría específica y de la teoría del cálculo integral. Esta concatenación de conocimientos y destrezas exige tiempo de maduración además de ejercitación lo cual implica un proceso que abarcará dos asignaturas.

2.2 Articulación pedagógica horizontal

El enfoque educativo desde el enfoque constructivista, tiene la finalidad de proveer al educando de una cultura general que le permita interactuar con su entorno de manera activa y crítica.

En la educación se destaca la figura del estudiante y del docente, las dos son igualmente importantes. El papel del alumno es el de construir su propio aprendizaje a partir de situaciones o problemas significativos que permitan la movilización de sus procesos cognitivos (movilización de saberes) para resolver diversos problemas y el papel del docente consiste en ser el mediador y promotor de actividades interdisciplinarias que permitan facilitar el aprendizaje entre los estudiantes, a partir del diseño y selección de secuencias didácticas contextualizadas.

En las asignaturas de primer año de las carreras de Ingeniería, el contenido temático se expone desde la perspectiva de la propia asignatura y no se abordan los temas desde el punto de vista de otras asignaturas, aunque sí se logra una integración entre la teoría y la práctica y se favorece el aprendizaje y las habilidades del saber hacer. Esta situación, conduce a que los estudiantes tengan conocimientos especializados, sin embargo, esta parcialidad en el conocimiento impide que tengan una visión completa de la realidad, por ello, es necesario, salir del círculo cerrado de las asignaturas.

Para tener un contexto más amplio de la realidad es necesario que el proceso de formación aborde el conocimiento desde la perspectiva de dos asignaturas del mismo nivel (articulación horizontal), de esta manera, se logrará estudiantes motivados, con iniciativa, capaces de resolver

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

problemas del contexto y con habilidades de pensamiento.
El proceso de formación de los estudiantes, es un proceso en construcción y planteamiento incesante e inacabado, que se ejerce justamente mediante el cuestionamiento que se pueda generar en cada clase o en cada evento académico, también, se realiza mediante la articulación de diversas asignaturas.
La articulación horizontal es la relación o integración entre asignaturas de un mismo nivel del sistema educativo, esto implica la transferencia de métodos de una asignatura a la otra, así como el intercambio y colaboración de los conocimientos teóricos y prácticos (Luengo, 2012), es decir, se trata de un proceso dinámico. Por otra parte, tiene como fin la comprensión de situaciones mediante la integración de saberes y métodos. En otras palabras, este enfoque permite abordar situaciones, fenómenos o problemas desde dos o más perspectivas, con el fin de resolver y dar respuestas a cada uno de ellos de manera contextualizada.
A su vez, la articulación de las disciplinas y/ o asignaturas se puede lograr mediante un proyecto que aumente la motivación y la autoestima de los estudiantes. Un proyecto articulado con fines educativo es una herramienta fundamental para mejorar la eficiencia del desarrollo integral de los estudiantes. Es una estrategia que consiste en un conjunto articulado de actividades para resolver uno o varios problemas.
Los proyectos pedagógicos de articulación horizontal y / o vertical se deben trabajar desde la multidisciplinariedad, ya que de esta forma se estimula un desarrollo más integral de los estudiantes, incluso, pueden tener enfoques aplicativos (se aplican los conceptos, teorías y metodologías de un campo del saber a la resolución de problemas).
Así pues, el proyecto pedagógico de articulación debe estar contextualizado, de esta forma ayudará a los estudiantes a buscar, organizar, crear y aplicar información para desarrollar un pensamiento crítico, reflexivo y creativo, al mismo tiempo se fomenta la responsabilidad para lograr un aprendizaje significativo (Tobón, 2010).
La implementación de proyectos de articulación horizontal en el interior del aula como un medio para vincular los conocimientos de las diferentes asignaturas debe tender a, facilitar el aprendizaje significativo, creativo y participativo y, desarrollar la capacidad para razonar en forma crítica, ya que toma en cuenta diferentes estilos y ritmos de aprendizaje.

3 EXPERIENCIA

La experiencia se desarrolló con el tema "Integración Numérica" de Cálculo II y "Algoritmos" de Informática, exclusivamente a través de situaciones problemáticas que plasmaron la necesidad del Cálculo Integral y de la Informática en el mundo que nos rodea y los valorizan.
Dentro del proyecto del conocimiento se eligió el tema de articulación "Aproximación de integrales Definidas mediante Cálculos Iterativos de Programación"



Figura 1. Esquema de las características de la experiencia: tema de conocimiento y ubicación en la estructura del sistema.

La Integración numérica se enmarca dentro del área de la Matemática Aplicada que ha experimentado un crecimiento notable en los últimos años; fundamentalmente desde la aparición de las computadoras, debido a su importancia en la resolución aproximada de problemas aplicados en diferentes áreas científicas con vinculación directa al desarrollo tecnológico por sus diferentes aplicaciones

3.1 Objetivos de la experiencia

- Construir una lógica interna de articulación para analizar y consensuar aspectos.
- Usar conocimientos previos de Cálculo II y utilizar lenguajes de programación de

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Informática en múltiples archivos fuente, de manera ordenada, lógica y modular para abordar el tema de una manera mucho más profunda, rigurosa y experimental.
- Hacer más participativo y motivador el aprendizaje del tema seleccionado como eje de la articulación horizontal.

3.2 Acciones

Para tratar de lograr los objetivos planteados se planeó articuladamente acciones como:
- Establecer conexiones entre cada uno de los componentes.
- Coordinar esfuerzos integrando las diferentes acciones y proyectos.
- Compartir ideas y experiencias con el otro y construir acuerdos.
- Ofrecer a los alumnos las herramientas para que ellos mismos logren vincular los conocimientos y puedan construir un pensamiento que posibilite la interpretación de hechos y problemáticas de la realidad imposibles de ser resueltos con una mirada fragmentada.

3.3 Conexiones entre las componentes de la articulación horizontal

Para establecer conexiones entre los elementos comprometidos en la articulación analizamos la relación entre las asignaturas y el eje temático de la experiencia.

3.3.1Asignatura Cálculo II

La asignatura Cálculo II se dicta en el segundo cuatrimestre del primer año de las carreras de Ingeniería. Se ocupa de dos grandes temas: integrales y series. Dentro del primer tema nos enfocaremos en integral definida.
No siempre se pueden integrar las funciones continuas en un intervalo cerrado. Así, cuando calcular el valor exacto de una integral definida es imposible porque no se puede encontrar una primitiva de la función integrando, o requiere de excesivo trabajo algebraico por la aplicación reiterada de métodos de integración, recurrimos a métodos numéricos de aproximación, considerando dos métodos sencillos: la Regla Trapecial y la Regla de Simpson.

3.3.2Asignatura Informática

La asignatura Informática también se dicta en el segundo cuatrimestre del primer año de las carreras de ingenierías. El objetivo de esta asignatura es que los alumnos logren manejar con soltura algoritmos, diagrama de flujos y pseudo códigos.
El algoritmo es una lista de pasos o acciones a realizar para cumplir un objetivo. Se define como un método que se realiza paso a paso para solucionar un problema que termina en un número finito de pasos. Debe ser preciso.
Un diagrama de flujo es la representación gráfica de un algoritmo. Es decir es la representación detallada en forma gráfica de cómo deben realizarse los pasos en la computadora para producir los resultados deseados.
En esencia, el pseudocódigo se puede definir como un lenguaje de especificaciones de algoritmos. Es una descripción de alto nivel compacta e informal del principio operativo de un programa informático u otro algoritmo. El principal objetivo del pseudocódigo(o falso lenguaje) es el de representar la solución a un algoritmo de la forma más detallada posible, y a su vez lo más parecida posible al lenguaje que posteriormente se utilizará para la codificación del mismo. Es una forma de representación sencilla de utilizar y de manipular.
En resumen las principales características de este lenguaje son:

- Se puede ejecutar en un ordenador.
- Es una forma de representación sencilla de utilizar y de manipular.
- Facilita el paso del programa al lenguaje de programación.
- Es independiente del lenguaje de programación que se vaya a utilizar.
- Es un método que facilita la programación y solución al algoritmo del programa.

En esta asignatura los alumnos se enfrentan a ejercicios con cálculos sencillos y de repetición para resolverlos a través de la programación.

3.4 Mediación pedagógica

La medición pedagógica es el despliegue de acciones organizadas de interacción pedagógica con la modalidad de promover el aprendizaje.

3.4.1Adecuación de fórmulas

La mediación pedagógica se refiere al "Tratamiento de los contenidos y de las formas de

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

expresión del tema eje de articulación, a fin de hacer posible el acto educativo dentro del horizonte de una educación concebida como participación, creatividad, expresividad y relacionalidad" (Gutiérrez y Prieto, 2004).
Por eso se adecuaron las presentaciones de las fórmulas usadas en los métodos consensuados: Regla Trapecial (1) y Simpson (2), de tal manera que sean más amigables y apropiadas para inducir la programación adecuada.

$$\int_a^b f(x)\,dx \approx \frac{h}{2}\left[f(x_0) + 2 \sum_{1 \le j \le n-1} f(x_j) + f(x_n) \right] \quad (1)$$

$$\int_a^b f(x)\,dx \approx \frac{h}{3}\left[f(x_0) + 2 \sum_{1 \le j \le \frac{n}{2}-1} f(x_{2j}) + 4 \sum_{1 \le j \le \frac{n}{2}} f(x_{2j-1}) + f(x_n) \right] \quad (2)$$

Esta decisión se debió a que las mismas fueron presentadas a los alumnos en primera instancia en la asignatura Informática como ejercicios de repetición para aplicar ciclos iterativos.

3.4.2 Clase compartida

Se planificó y se participó de una instancia presencial en forma articulada por docentes de ambas asignaturas, para el desarrollo de habilidades cognitivas, potenciando además la motivación y el trabajo colaborativo en el aula.
Para la exposición y discusión oral, las acciones comunicativas entre docentes y estudiantes, quienes compartieron información y la procesaron para generar conocimiento, se apoyaron en situaciones problemáticas que contextualizaban el objeto de aprendizaje e íconos interactivos como se muestran en la fig. 2. Estos últimos llamaban a programas en pseudo código elaborados con fines educativos.

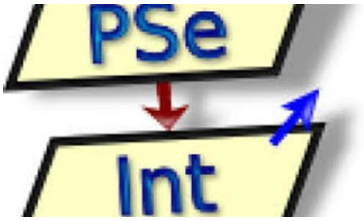


Figura 2. Iconos que activaban programas de computación.

El acceso directo a los programas de cómputos en las instancias presenciales impulsó una gran participación y motivación ya que permitieron un uso secuencial de los mismos para obtener mejores aproximaciones en situaciones problemáticas de la vida diaria. Recordemos que la idea subyacente de la experiencia fue el aprendizaje contextualizado.

3.5 *Situaciones problemáticas*

Las situaciones problemáticas, cuidadosamente seleccionadas, son aplicaciones de la vida real en diversos campos, cuya solución requiere la utilización de los métodos numéricos para aproximar integrales definidas. A modo de ejemplo presentamos una de las problemáticas.
Una patineta que se desliza desde la cima de una colina hacia abajo gana energía E que depende de los metros recorridos al cabo de t segundos según la expresión:

$$E(x) = \frac{M\ g}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}}\,dt \quad (3)$$

donde g es la aceleración de la gravedad (9,8067 m/ seg2), la masa M= 60 kg y se considera que no hay fricción. La velocidad del patinador al cabo de t segundos es:

$$v(x) = \sqrt{\frac{2\ E(x)}{M}} \quad (4)$$

siendo la energía cinética:

$$E = \frac{1}{2} M v^2 \quad (5)$$

¿Cuál es la velocidad del patinador en el momento que ha descendido dos metros desde la cima?
No es posible encontrar una función elemental que sea una primitiva de la función integrando para resolver la integral definida involucrada en este problema.
Esta situación planteada muestra la necesidad imperiosa de aproximaciones numéricas mediante herramientas informáticas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Recursos digitales educativos

Los materiales digitales o también llamados recursos educativos digitales se diseñaron en Informática con una intencionalidad educativa, porque apuntaban al logro de un objetivo de aprendizaje y su diseño respondía a las características didácticas apropiadas para el aprendizaje de Integración Numérica. Fueron hechos para: usar en el desarrollo explicito del tema eje de articulación, ayudar en la adquisición de un conocimiento y reforzar el aprendizaje (García, 2010).

Estos recursos educativos digitales son materiales compuestos por medios digitales y producidos por los alumnos con el fin de afianzar los conceptos adquiridos en Informática y facilitar el desarrollo de las actividades de aprendizaje posteriores. Este material didáctico fue adecuado para el aprendizaje de aproximación de integrales definidas y fue un elemento motivador de la clase compartida.

En la asignatura Informática desarrollaron herramientas con ciclos iterativos que son posibles de utilizar para aproximar el valor de una integral definida. ¿Que hacen estos programas? ¿Cómo interpretar sus resultados?

Para dar respuestas a estos interrogantes debemos conocer conceptos básicos de "Integración Numérica". Este tema lo desarrollaron en informática como una tarea para elaborar algoritmos que respondían a métodos sencillos y consensuados con anterioridad: la Regla Trapecial y la Regla de Simpson.

Se requirió un prototipo que permitiera evaluar los métodos con algunas de las funciones con las que trabajaría el alumno en Cálculo II en las situaciones problemáticas planteadas. Por ello las funciones integrando se implementaron en archivos aparte para no modificar el prototipo y sirva para futuros cálculos ya sea de funciones de interés o curiosidad de cada estudiante o requeridas por asignaturas del ciclo superior.

Escribieron un programa que usa los métodos del Trapecio y la Regla de Simpson para calcular las integrales de las funciones llamadas f o g, para distintos valores de los límites inferior y superior, y del número de puntos de evaluación.

Las funciones a integrar debían estar definidas en archivos aparte (de forma que el programador pueda substituir otras cuando lo requiera), con sus respectivos archivos cabecera.

Los datos de entrada son líneas de la forma:f m a b n donde f es el nombre de la función (f o g), m es el método (t para trapecio, s para Simpson), a y b son los límites de integración, y n es el número de puntos. El n de los datos lo marca el final del archivo de entrada.

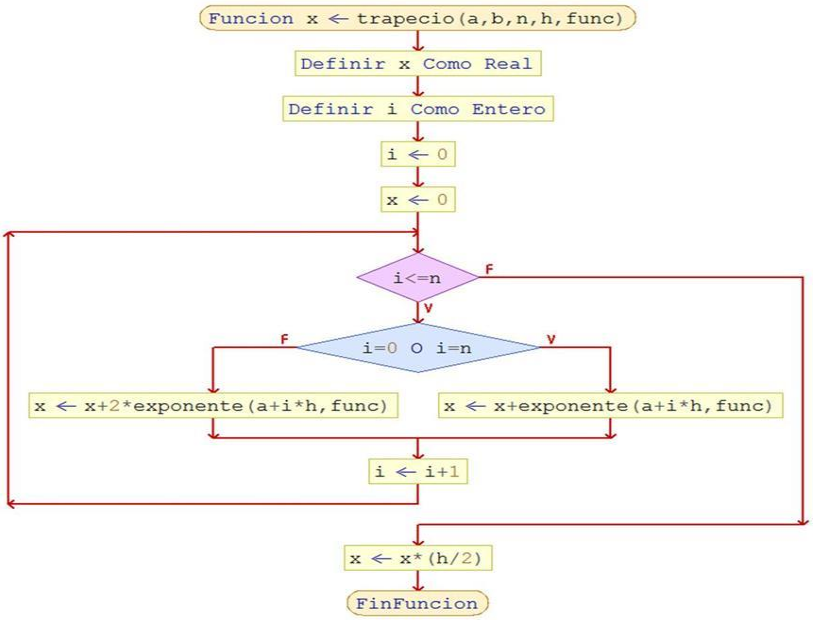


Figura 3. Diagrama de Flujo de la Regla de los Trapecios.

A modo de ejemplo presentamos un diagrama de flujo correspondiente al algoritmo de la Regla Trapecial, en la figura 3 y el programa en pseudo código que corresponde a la Regla de Simpson que se muestra a continuación:

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

```
Funcion x<-simpson(a,b,n,h,func)
        Definir x Como Real
        definir i Como Entero
        i<-0
        x<-0
        Mientras i<=n Hacer
                si i=0 o i=n Entonces
                        x<-x+exponente(a+i*h,func)
                SiNo
                        si i mod 2 = 1 entonces
                                x<-x+4*exponente(a+i*h,func)
                        sino
                                x<-x+2*exponente(a+i*h,func)
                        FinSi
                FinSi
                i<-i+1
        FinMientras
        x<-x*(h/3)
FinFuncion
```

Resultados Motivadores

En las instancias presenciales se usaron los archivos de programación de cómputos haciéndolos correr con valores de n sugeridos por los alumnos y funciones involucradas en las situaciones problemáticas.

La fig. 4 corresponde a resultados del problema presentado en el trabajo para mostrar la pertinencia de las situaciones problemáticas con el tema eje de articulación y el nivel de los estudiantes.

Tabla 1. Resultados del problema expuesto usando el PSe Int para la Regla Trapecial.

Número de Subintervalos n	$\int_0^2 e^{-\frac{t^2}{2}} dt$	Velocidad al cabo de recorrer 2 metros
8	1.1948797591	3,0576893
100	1.19627899	3,0594824
500	1.196287652	3,0594901
1000	1.196287923	3,0594905

4 CONCLUSIONES

- La experiencia realizada es un primer avance de la enseñanza con visión interdisciplinar como alternativa enriquecedora, contextualizada en las asignaturas Cálculo II e Informática.
- Motivó al estudiante en el aprendizaje del tema Integración Numérica, dándole la oportunidad de volver sobre lo realizado en la materia Informática y visualizar las ventajas de la programación en la resolución de ciertas situaciones problemáticas que requieren del Cálculo Integral.

5 REFERENCIAS

Arcos Aviña, N. Articulación Pedagógica de los contenidos de una disciplina mediante un Proyecto Formativo, Tesista Doctoral en Innovación y Administración Educativa en la Universidad Gestalt, México, (2017).

Busab, S.E., M. M. Arias, M. I. Viggiani Rocha, and A. E. Nahas, La integración numérica en el contexto de problemas, ECO UNT, Argentina, (2013).

Guillaumín, A. and O. Ochoa, Hacia otra educación. Miradas desde la complejidad, Arana Editores Complexus, México, (2009)

Gutierrez Pérez, F. and D. Prieto Castillo, Mediacion pedagogica - Slideshare, (2004). https://es.slideshare.net/antoniomolina7568596/mediacion-pedagogica

Horst von B., T. Alfaro, J. L. Martí, J. Varias, J. Valencia, B. Tapia, Lenguajes de Programación, Jack el Integrador, (2006).

Lara, A. L., La articulación curricular en tiempos de dispersión. Igualdad y Calidad Educativa. Cuaderno 13, Córdoba, Argentina, (2001).

Luengo, E. Interdisciplina y transdisciplina: aportes desde la investigación y la intervención social universitaria, Editores Complexus, Guadalajara, México, (2012).

Rodríguez, A. and M. Rodríguez, Integración numérica, Trabajo de Fin de Grado, Facultad de Ciencias, Sección de Matemáticas, Tenerife, España, (2015).

Tedesco, J. C., Monográfico: Los desafíos de la tranversalidad en la educación, Oficina Internacional de la Educación, Ginebra, Revista de Educación, Nº 309, pp. 7 – 12. (1996).

Tobón Tobón, S. , Formación integral y competencias. Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación, 3ra edición, Centro de Investigación en Formación y Evaluación CIFE, , ECOE Ediciones, Bogotá, Colombia (2010).

Análisis comparativo de las intensidades de lluvias máximas de corta duración en estaciones de la pcia. de Sgo. del Estero

Olmos, Luis; González, Geraldine; Prieto Villaroya, Jorge; Guzmán, José; Pilan, María

Laboratorio de Hidráulica - Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero - 4200 Santiago del Estero, Argentina.
lolmos@unse.edu.ar; *geraldinenoelgonzalez@gmail.com; jorgeprietovillarroya@yahoo.com.ar;*

RESUMEN: Los estudios de diseño, tanto de obras hidráulicas de control como de medidas no estructurales, requieren el conocimiento de la distribución temporal de tormentas extremas caracterizadas por altas precipitaciones y escasa duración. Disponer de información de la estructura temporal de las lluvias de gran intensidad, constituye además uno de los principales insumos necesarios para la aplicación de modelos hidrológicos del tipo lluvia-escorrentía.En la provincia de Santiago del Estero hace pocos años que se están realizando mediciones pluviográficas con estaciones automáticas y en esta ocasión se cuenta con los registros pluviográficos de Frías, Árraga, Santiago del Estero y La Banda.
En este trabajo se compara las intensidades de lluvias máximas obtenidas mediante la IDT disponibles para dichas localidades y las intensidades obtenidas mediante la aplicación del método de Ordenamiento de Intervalos, OI, para tormentas con duraciones inferiores a 3 horas y valores de precipitación acumulada superiores a 20 mm, por lo que las comparaciones se van a hacer para duraciones de 15 a 180 minutos con paso de 15 minutos para periodos de retorno de 2, 5,10,20 y 50 años respectivamente, obteniéndose una serie de consideraciones finales a partir de los resultados de las aplicaciones.

ABSTRACT: Design studies, both hydraulic control and non-structural measures, require knowledge of the temporal distribution of extreme storms characterized by high rainfall and short duration. Information available temporary structure of high-intensity rainfall also is one of the main inputs required for the application of hydrological models rain-type escorrentía.En the province of Santiago del Estero few years ago being made measurements pluviographic with automatic stations and on this occasion we have the pluviographic records of Frías, Árraga, Santiago del Estero and La Banda. In this work intensities maximum rainfall obtained is compared by the IDT available for these locations and the intensity obtained by applying the method Interval Order, OI, for storms with durations less than 3 hours and accumulated precipitation values greater than 20 mm, so comparisons are made for durations of 15 to 180 minutes with a 15-minute step for return periods of 2, 5,10,20 and 50 years respectively, obtaining a series of final considerations based on the results of the applications.

Palabras claves: (comportamiento, lluvias, máximas).

Keywords:(behavior, rain, máximum)

1 INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los diseños hidrológicos para una determinada obra hidráulica de control de excedentes se determina el caudal de diseño en base al empleo de modelos de transformación de lluvia en caudal. Además dentro de este contexto, en la mayoría de los casos no se cuenta con la información pluviográfica necesaria para poder emplear esta herramienta adecuadamente.

Precisamente el advenimiento de los modelos de escorrentía urbana a fines de la década de 1960 y principios de la década de 1970 trajo nuevas demandas a los hidrológos Estos modelos requieren la definición de las características de la distribución temporal de la lluvia durante tormentas fuertes. Hoy en día esta demanda ha aumentado sensiblemente y esta información no está disponible.

El proceso de definición de la lluvia de diseño es sensiblemente más complejo que el proceso de tratamiento estadístico de una serie de caudales, ya que dicha lluvia debe reflejar la estructura temporal y espacial de dicho evento.

La manera clásica en la práctica es estimar la relación I-D-T y desde allí en base al tiempo de concentración de la cuenca obtener la lluvia sintética precipitada. Posteriormente, resulta necesario distribuir espacial y temporalmente la lluvia obtenida.

Como no se trabaja sobre el diseño hidrológico de una obra en particular que necesita su cuenca de aporte, vamos a centrarnos en el comportamiento temporal de la precipitación.

En la realidad la lámina de agua precipitada total y la distribución temporal son fenómenos aleatorios e interdependientes. Por lo tanto su inferencia estadística es complicada por lo que siempre se simplifica trabajando con funciones univariadas.

Como consecuencia de la escasa disponibilidad de datos, en términos generales, se predice la intensidad media de una lluvia para intervalos de duración a través de las curvas IDF. Esta metodología tiene en su contra que la lluvia de diseño derivada de relaciones duración-frecuencia no suele representar una tormenta entera, sino extractos de tormentas (Pilgrim y Cordery, 1975) los que, al tomar promedios de las intensidades sobre una duración dada, no imitan las series históricas de las tormentas. Por ende, dicha lluvia no encarnaría la naturaleza del fenómeno. La respuesta a este planteo radica, en parte, en que los sucesos tipificados en la i-d-T, y por extensión en el hietograma que de ella proviene, no son tormentas severas, sino intervalos de máxima intensidad anual de lluvia, cuya distribución es muy diferente

Por ello, la distribución de las mismas es importante llevarla a cabo en base a la caracterización de las mediciones históricas lo que influirá en la forma del hidrograma y su pico por lo que existen metodologías como Huff (1967) y Pilgrim (1969) para llevar a cabo dicho estudio, las cuales trabajan acumulando precipitaciones máximas por % de duración de tormentas ya que engloban distintas duraciones.

En efecto en este trabajo lo que se persigue es analizar datos históricos de tormentas con duraciones hasta 3 horas en varias localidades de la provincia de Santiago del Estero de manera de generar las IDT por la metodología clásica y a partir de las precipitaciones máximas obtenidas por el método de Pilgrim, compararlas a los fines de caracterizar las mismas y hacer unas consideraciones sobre su aplicación en procesos de transformación de lluvia en caudal fundamentalmente aplicables a cuencas urbanas y a pequeñas cuencas rurales aunque su existencia en la provincia de Santiago del Estero es muy reducida.

Las mediciones disponibles corresponden a las estaciones de las localidades de Árraga (INTA), Frías (INTA), La Banda (ITA- El Liberal) y Santiago del Estero (IRHi). Los datos disponibles son cada 15 minutos, salvo en la estación de Santiago del Estero que son cada 10 minutos. En la figura anexa se presentan la ubicación geográfica de las mismas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

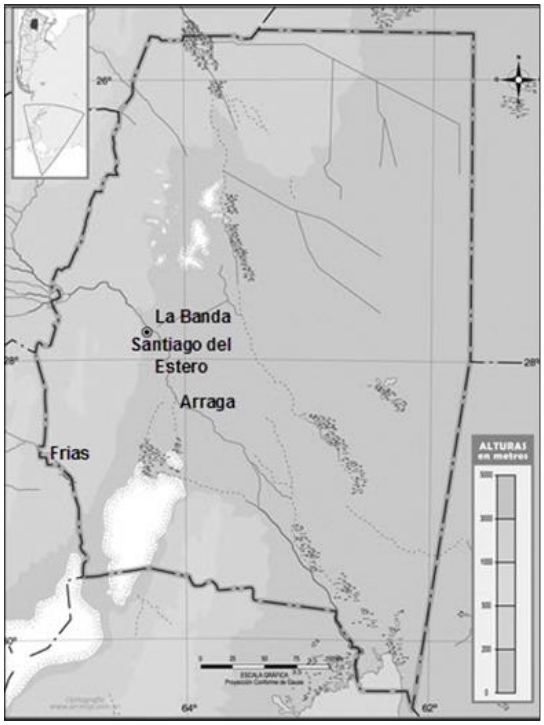


Figura 1 –Ubicación geográfica de estaciones pluviográficas

Los datos pluviográficos nuevos disponibles son Árraga: 2007-2016, Frías: 2007-2016, La Banda 2010-2017 y Santiago del Estero 2010-2017.

1.1 Análisis de frecuencia de lluvias máximas

El análisis de frecuencia hidrológico (AFH) se lleva a cabo con la serie del máximo anual (AMS) que contienen el evento más grande en cada año completo de registro que sería el caso del método Tradicional y en el otro caso de la Distribución Temporal de Pilgrim se toman de cada tormenta el bloque de precipitación máxima para cada duración.

Si bien es cierto que desde el punto de vista hidrológico se pueden hacer inferencia probabilística del orden del doble de años de registros disponibles en lo que al período de retorno se refiere (Paoli et al, 1992). Se considera que los valores a obtener pueden ser utilizables para la mayoría de los proyectos hidráulicos de pequeña y mediana escala, por lo que medianamente se cumpliría con los años de registros.

El análisis de frecuencia se lleva a cabo mediante la valoración de calidad de los datos basada en los procedimientos estadísticos e hidrológicos. Luego de ello se selecciona un modelo de distribución factible para los datos que en este caso por los estudios antecedentes (Olmos et al , 2010) se trabaja con la función de Valores Extremos Generalizada verificándose un buen ajuste de la misma.

$$F(x)=\exp\left\{-\left[1-k\left(\frac{x-u}{\alpha}\right)\right]^{1/k}\right\} \quad \text{V.E.G. (1)}$$

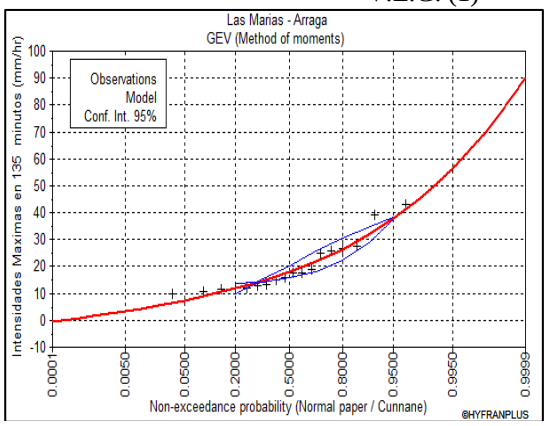


Figura 2.- Ajuste de la Función GEV en Arraga para intensidades máximas en 135 minutos

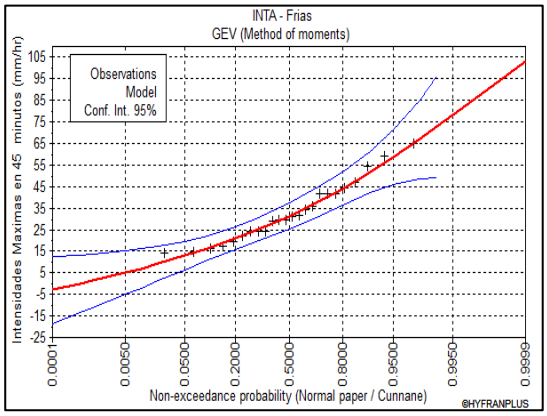


Figura 3.- Ajuste de la Función GEV en Frías para intensidades máximas en 45 minutos

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

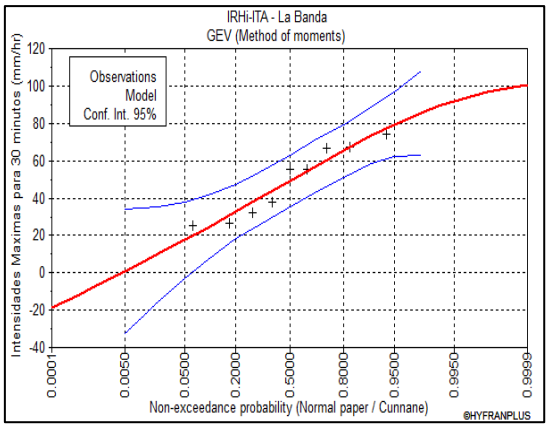


Figura 4.- Ajuste de la Función GEV en La Banda para intensidades máximas en 30 minutos

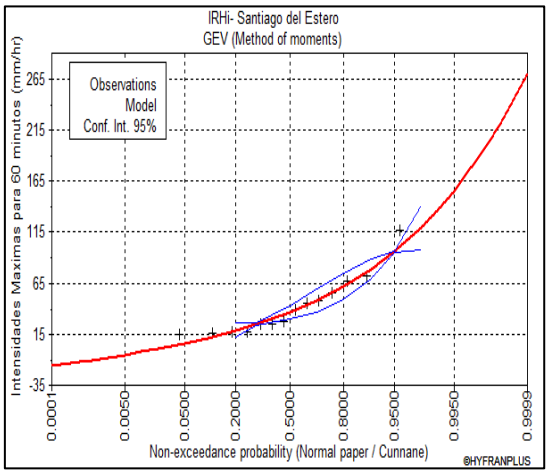


Figura 5.- Ajuste de la Función GEV en Santiago del Estero para intensidades máximas en 60 minutos

1.2 Curvas idt ajustadas para las dos metodologias

Una vez obtenidos los valores probables de la intensidad para cada duración y período de retorno se procedió a ajustar las curvas IDT en base al modelo propuesto por Sherman para ambas metodologías. Este tipo de modelo hiperbólico tiene cuatro parámetros a determinar que son a, b, c, y d. El ajuste matemático de las mediciones procesadas permite definir los valores resultantes de los parámetros para las estaciones analizadas que se presentan en la Tabla 1.

$$I = \frac{a.T_R^b}{(t_r + c)^d}$$ Expresión tipo Sherman (2) (2)

con I (mm/h), T_R(años) y t_r (horas).

Tabla 1.- Parámetros de las Curvas IDT- Tradicional

Estación/ Parámetro	a	b	c	d
Arraga (INTA)	116,683	0,172	1,534	1,335
Frías (INTA)	138,021	0,163	1,413	1,484
La Banda (INTA)	69,847	0,218	0,758	1,201
Santiago del Estero (Aeropuerto)	38,429	0,352	0,376	0,992

Por otro lado se ajustaron en las lluvias máximas para cada duración de acuerdo a los bloques obtenidos por ordenamiento de intervalos en el método de Pilgrim, las que se presentan en la Tabla 2

Tabla 2.- Parámetros de las Curvas IDT- Distribución de Bloques de Tormentas de Pilgrim

Estación/Parámetro	a	b	c	d
Arraga (INTA)	41,739	0,250	0,839	0,977
Frías (INTA)	40,253	0,210	0,618	0,906
La Banda (IRHi-ITA)	58,438	0,202	0,669	1,158
Santiago del Estero (IRHi)	30,001	0,317	0,227	0,793

2 ANALISIS DE RESULTADOS

La aplicación de las curvas ajustadas para las duraciones de lluvias hasta 180 minutos para períodos de retorno de 2,5,10,20 y 50 años se presentan en las Figuras 6 a 9.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Lo que se observa en el caso de la Estación del INTA en la localidad de Arraga es que la tendencia es que la metodología tradicional de las IDT da valores por encima que el método de bloques obtenidos por Pilgrim para todas las duraciones y periodos de retorno. Con respecto a la duración las diferencias son más notables para las duraciones menores a 1,5 hora. En cuanto al período de retorno las diferencias promedio van del 5% al 26%, yendo desde los 50 a 2 años.

En cuanto a la Estación del INTA en la localidad de Frías la tendencia es semejante ya que la metodología tradicional de las IDT da valores por encima que el método de bloques obtenidos por Pilgrim para todas las duraciones y periodos de retorno. Con respecto a la duración las diferencias son más notables para las duraciones menores a 2 hora. En cuanto al período de retorno las diferencias promedio van del 11% al 23%, yendo desde los 50 a 2 años.

Por el lado de la Estación del IRHi-ITA en la localidad de La Banda la tendencia es la misma que en los casos anteriores. Con respecto a la duración las diferencias son más notables para las duraciones menores a 2 horas. En cuanto al período de retorno las diferencias promedio van del 10% al 15%, siendo menor para los 2 años y el valor mayor para los 50 años.

Por el lado de la Estación del IRHi en la localidad de Santiago del Estero la tendencia es la misma pero en menor magnitud. Con respecto a la duración las diferencias son más notables para las duraciones menores a 1,5 hora. En cuanto al período de retorno las diferencias promedio van del 7% al 17%, siendo menor para los 2 años y el valor mayor para los 50 años.

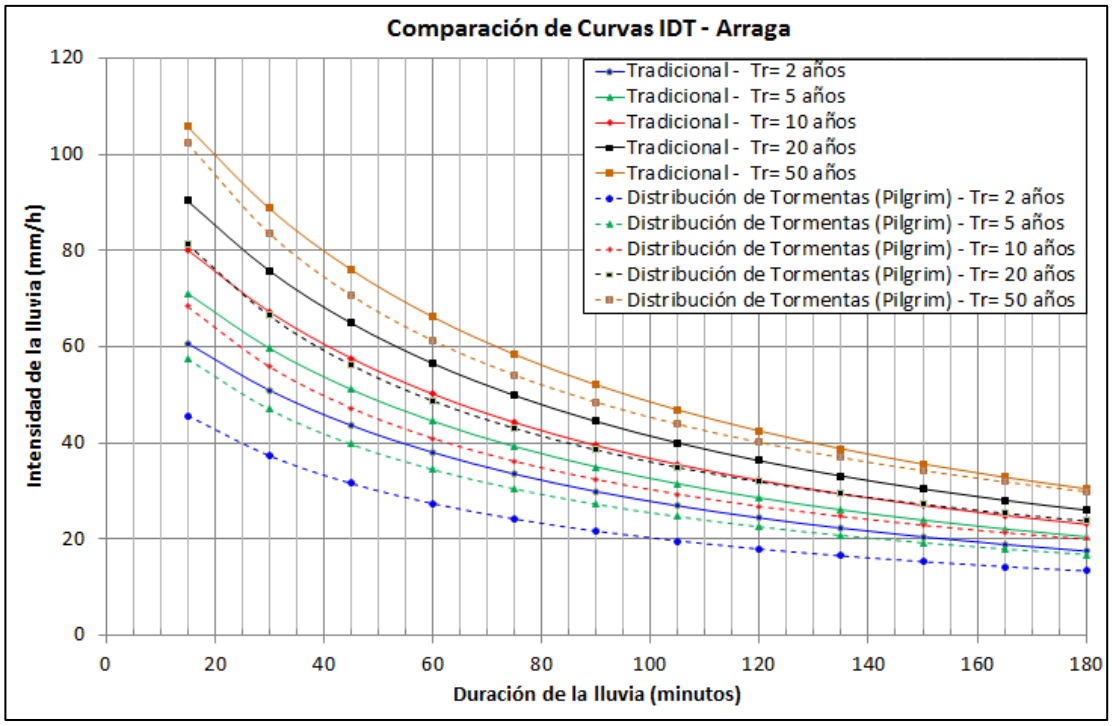


Figura 6.- IDF Tradicional y de Distribución de Tormentas de Pilgrim en Arraga

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

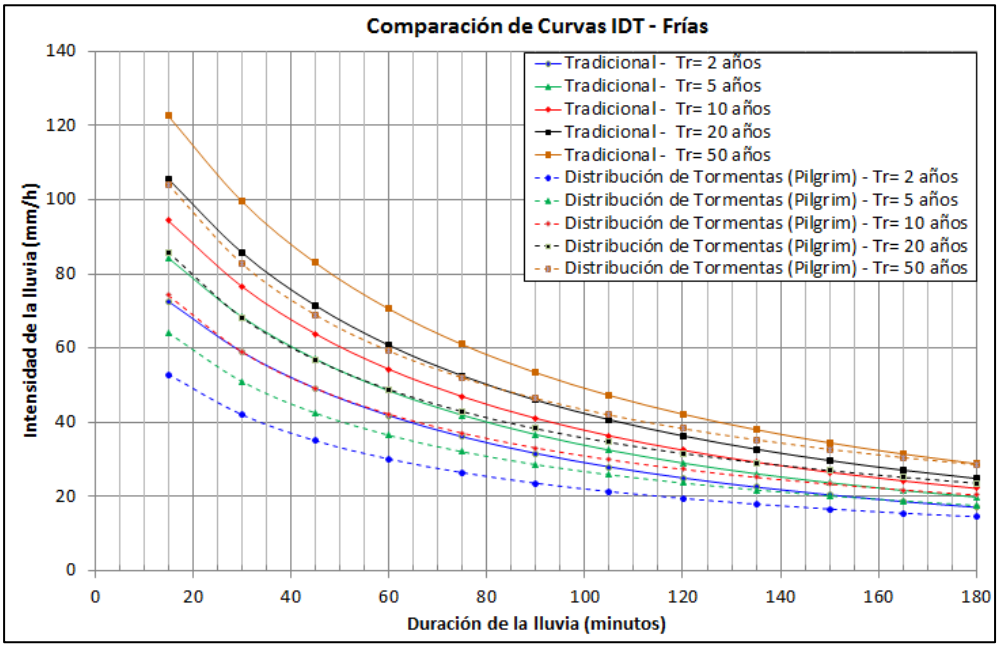


Figura 7.- IDF Tradicional y de Distribución de Tormentas de Pilgrim en Frías

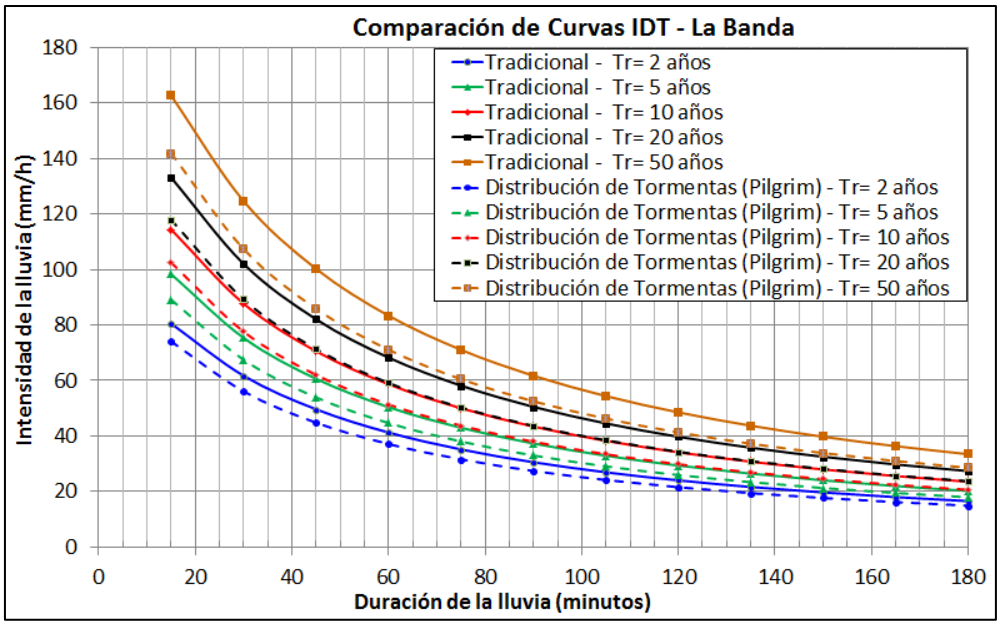


Figura 8.- IDF Tradicional y de Distribución de Tormentas de Pilgrim en La Banda

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

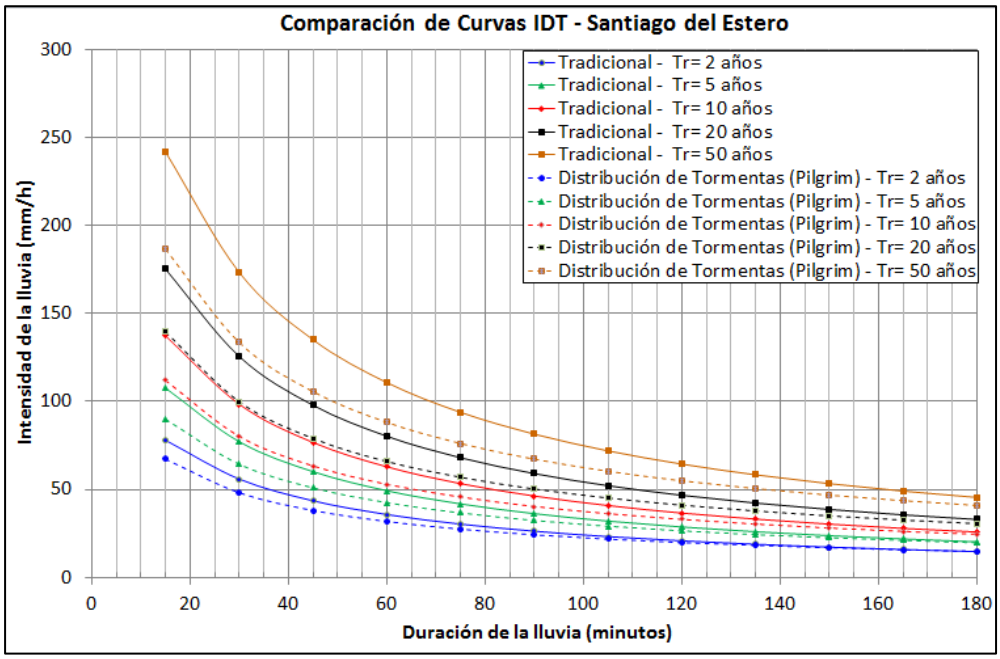


Figura 9.- IDF Tradicional y de Distribución de Tormentas de Pilgrim en Santiago del Estero

3 CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología y los resultados obtenidos permiten llevar a cabo las siguientes consideraciones y conclusiones:

- Del análisis de frecuencia de las precipitaciones máximas para cada duración indican que la Función de Probabilidad de Valores Extremos Generalizada tiene un buen comportamiento en el ajuste.
- En base a las curvas IDT obtenidas por ambas metodologías indican que el método clásico sobreestima las intensidades máximas para cada duración y período de retorno.
- Que las diferencias se hacen más notables para los períodos de retorno más grandes y para las duraciones más cortas, lo que se puede asociar a la longitud de los registros y la discretización de los mismos en duraciones menores a 30 minutos.
- Que los resultados obtenidos se corresponden con los antecedentes bibliográficos, pero que esta situación del diseño tradicional estaría del lado conservador, pero que deberían realizar más mediciones pluviográficas para ajustar adecuadamente esas diferencias a fin de no sobreestimar las estructuras sobre todo para grandes periodos de retorno.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Caamaño Nelli G y Dasso C. (2003) “Lluvias de diseño: conceptos, técnicas y experiencias. Editorial: Universitas. ISBN: 9879406435, 222 paginas. Córdoba, Argentina.

Caamaño Nelli G, Dasso C., Garcia Calos M. y Mascuka E. (2013) “Validez de la Técnica e Intensidad Instantánea para la Extracción de Hietogramas de Diseño Típicos”. Cuadernos del CURIHAM, Vol. 19, Año 2013.

Chow, V.T., D.R. Maidment D.R. y Mays L.W. (1994). Tormentas de Diseño. Cap. 14. pp. 455-505. Hidrologia Aplicada. ISBN:958-600-171-7. Mc Graw-Hill Interamericana S.A. Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Olmos L., Prieto Villarroya J., González G., Van Meer H. (2017). “Estudio Comparativo entre las IDT Medidas Y Sintéticas para varias Localidades de la Pcia. de Santiago del Estero” XXVI Congreso Nacional del Agua. Córdoba, Argentina. 19 al 22 de Setiembre de 2017.

Ponce, V.M. (1994). "Engineering Hydrology – Principles and practices". Prentice Hall, Englewood Cliffs, N. Jersey 07632; 637 p.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Influencia de pre tratamientos orgánicos en la cinética del secado de manzana

Bistoni, Silvia[1]; Romero, Evangelina[1]; Iriarte, Adolfo[1]**;** Rugani, Ana[2]; Miranda, Emmanuel[2] y Ramírez, Albana[2]

(1) Grupo de Energía Solar- Facultad Ciencias Agrarias, UNCA, 4700 Catamarca, Argentina, silviabistoni@gmail.co;
(2) Estudiante, Universidad Nacional de Catamarca - Facultad de Ciencias Agrarias

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar la influencia de distintos pre tratamientos orgánicos para evitar el pardeamiento sobre la cinética de secado de la manzana. Las manzanas se cortaron en rodajas de 5 mm de espesor y aproximadamente 80 mm de diámetro. Se utilizaron ocho pre-tratamientos orgánicos. Para el secado de productos se utilizó un secadero tipo túnel que permite mantener condiciones estables de temperatura y velocidad de aire. Se fijó un valor de 60° C para la temperatura y una velocidad de aire de 0,42 m/s. Para estimar las ecuaciones de la cinética de secado se utilizaron ocho modelos matemáticos. Los cambios de color de manzanas deshidratadas se determinaron mediante la diferencia de color ΔE y el índice de pardeamiento. De acuerdo con los criterios estadísticos (R2, χ2, RMSE, MBE) el modelo que mejor ajustó a las curvas de secado fue el de Aghbashlo, con excepción de la muestra sin tratamiento que el mejor ajuste fue Wang & Singh. En cuanto al color y velocidad de secado se puede concluir que los pre tratamientos que mejor resultados presentaron son el extracto de orujo oliva Arbequina al 4,29 %.

ABSTRACT: The aim of this work was to evaluate the influence of different organic pre-treatments, to avoid browning, on the drying kinetics of apple. The apples were cut into slices 5 mm thick and approximately 80mm in diameter. Eight organic pre-treatments were used. A tunnel type dryer was used to maintain stable conditions of temperature and air speed during the drying process. The temperature was set at 60 ° C and an air velocity at 0.42 m / s. To estimate the equations of the drying kinetics, eight mathematical models were used. The color changes of dehydrated apples were determined by the color difference ΔE and the browning index. According to the statistical criteria (R2, χ2, RMSE, MBE) the Aghbashlo model was found to be the best model to describe the drying behavior of the Apple slices treatments with the exception of the sample without treatment that the best fit was Wang & Singh. Regarding the color and speed of drying, it can be concluded that the pre-treatments that presented the best results are Arbequina olive pomace extract at 4.29%.

Palabras claves: secado de manzana, pretratamientos orgánicos, modelos matemáticos
Keywords: Apple drying, mathematical modeling, organics pre-treatments

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

El secado es uno de los procedimientos más utilizados para la conservación de los alimentos. Este proceso involucra la transferencia de calor y masa simultáneamente y puede originar cambios significativos en la composición química, estructura y propiedades físicas del material, que afectan la calidad del producto deshidratado. Ésta se caracteriza por la apariencia, color y otras propiedades físicas como el encogimiento y la porosidad.

En el caso de la manzana se consume principalmente como producto fresco. Pero debido a su alto contenido de humedad es un producto perecedero por lo cual una alternativa para su conservación es el secado. El método más comúnmente utilizado en el NOA es el secado al sol, a pesar de la extrema dependencia con el clima, la contaminación con polvo e insectos que afectan la calidad del producto. Una opción para evitar estos inconvenientes es el empleo de secaderos solares.

La cinética de secado depende de la temperatura y velocidad del aire circulante como así también de las características del material. El modelado de la cinética de secado es una herramienta necesaria a la hora de elegir el método de secado más adecuado para un producto específico. Además, los modelos utilizados permiten seleccionar diseños de secaderos y las condiciones óptimas de secado. En este sentido se han utilizados modelos teóricos, semiempíricos o empíricos para describir procesos de secado de varios productos agrícolas (Kavak Akpinar y Bicer, 2008; Tunde-Akintunde, 2011).

Numerosos estudios fueron realizados sobre los cambios de calidad tales como color y encogimiento durante el secado de productos agrícolas (Sacilik, 2005; Velic et al, 2007; Sehedlou et al, 2010). El uso de pretratamientos antes del secado tiene por finalidad mejorar la conservación, el gusto y la apariencia del producto, permitiendo particularmente adaptar los productos a la demanda. Los más utilizados en la industria son el blanqueo, la sulfuración y el baño en metabisulfito de sodio. Estos dos últimos tratamientos pueden llegar a ser tóxicos dependiendo de la concentración y el tiempo de exposición.

El presente trabajo se realizó para investigar las características de secado de rodajas de manzana en un secadero convectivo, ajustando los datos experimentales a modelos matemáticos disponibles en la literatura y estudiar la influencia de pretratamientos orgánicos en el tiempo de secado y en la apariencia del producto.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materiales

Las manzanas usadas fueron tipo red deliciosa adquiridas en un comercio. Las muestras fueron cortadas verticalmente con un aparato manual y se seleccionaron las de tamaños homogéneos: aproximadamente 5 mm de espesor y diámetros entre 79 y 81 mm.

Los pre tratamiento orgánicos utilizados fueron: Tooa: extracto de orujo oliva Arbequina (4,29 %) min); Tac1,2: ácido cítrico al 1,2 % ;Tac1,5: ácido cítrico al 1,5 %; Taas: ácido ascórbico al 1,2 %; Tas1,5: àcido ascórbico al 1,5 %; Tli: limón exprimido al 10 %; Tovt: extracto orujo vid torrontés (12,76 %); Tresor: resorcinol al 1,2 %. El tiempo para todos los tratamientos fue de 15 minutos. Estos tratamientos fueron elegidos por ser de fácil adquisición además de ser mencionados en bibliografía (Lee et al, 2003; Seiiedlou et al, 2010; Sacilik y Elicin, 2006). Los extractos de orujo de oliva Arbequina y de vid torrontes son desechos de industrias locales que pueden re utilizarse y disminuir los costos del producto deshidratado.

Se consideraron tres muestras para cada tratamiento como así también para el testigo al cual no se le aplicó ningún tratamiento.

Para determinar el contenido inicial de humedad de la manzana se colocaron tres muestras en estufa a 102 ºC hasta obtener peso constante. Para pesar las muestras se retiraron del secadero cada hora y se utilizó una balanza electrónica con apreciación 0,1g.

2.2 Secadero convectivo

El secadero convectivo está formado por un tubo aislado de sección cuadrada de 0,31 m, cada lado. Es un sistema abierto sin recirculación del aire. El aire se caliente mediante seis (6) resistencias eléctricas – envainadas en cuarzo, de 500 W cada una. Posee tres bandejas El aire del ambiente exterior al recinto de secado, es succionado con un ventilador centrífugo de ½ HP y circula paralelo a las bandejas. En la figura 1 se muestra un esquema del secadero: (1) Entrada de

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

aire; (2) Ventilador centrifugo; (3) Resistencias; (4) Medidores temperatura, humedad y control de velocidad de aire; (5) Salida de aire.

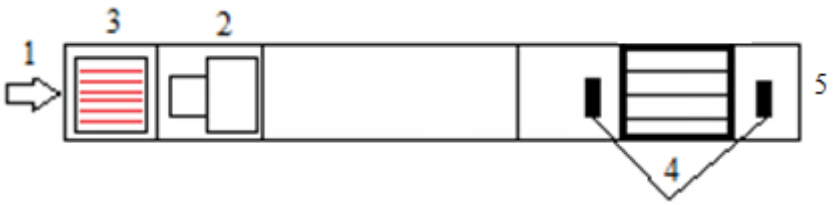


Figura 1. Esquema del secadero túnel de laboratorio

Para las mediciones de temperatura y humedad se utilizaron Data Logger tipo HOBOS inalámbricos con sensores externos "smart sensor" que permite medir temperatura en el rango de - 40 °C a 75 °C (precisión de ± 0,2°C, resolución de 0,02°C) y humedad relativa del aire entre 10 - 90 % (precisión de ± 2,5 %, resolución de 0,1 %). La velocidad del aire se midió con un anemómetro de hilo caliente, marca TSI 1650 (± 0,05 m s^{-1}), en diferentes puntos en dirección longitudinal y transversal.

2.3 Modelización matemática de cinética de secado

Para la determinación de los modelos que ajustan las curvas de secado experimentales se utilizaron las expresiones matemáticas detalladas muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Modelos matemáticos para describir la cinética de secado

Nombre Modelo	Ecuación del modelo
Newton	MR = exp(-k t)
Page	MR = exp(-k t^n)
Page modificado	MR = exp[-(kt)^n]
Henderson - Pabis	MR = a exp(-k t)
Logarítmico	MR = a exp(-k t)+c
Midilli et al.	MR = a exp(-kt^n)+bt
Wang &Singh	MR = 1+at+bt^2
Aghbashlo	MR =exp[-k_1 t/(1-k_2 t)]

La relación de humedad (MR) se define por la ecuación (1):

$$MR = \frac{M - M_e}{M_0 - M_e} \quad (1)$$

donde M es el contenido de humedad instantánea; M_0 contenido de humedad inicial y M_e contenido de humedad de equilibrio Como M_e generalmente es bajo para los productos alimenticios (Togrul y Pehlivan, 2004), se lo considera despreciable, por lo tanto, la relación de humedad (ecuación 1) se simplifica a la ecuación (2):

$$MR = \frac{M}{M_0} \quad (2)$$

El análisis de regresión se realizó con un software estadístico para regresiones no lineales. El coeficiente R^2 fue uno de los principales criterios para la selección de la mejor ecuación. Además para determinar el mejor ajuste se utilizaron los índices estadísticos chi-cuadrado reducido (χ^2), desviación media (MBE) y la raíz del error cuadrático medio (RMSE). El modelo más adecuado para ajustar las curvas de secado se determinó considerando el valor más alto de R^2 y los valores más bajos de χ^2, MBE y RMSE. Por otro lado se desecharon los modelos en que las variables no difieren significativamente de cero (coeficiente de confianza 0,95) y aquellos en que la correlación de los coeficientes estimados no fue superior a 0,80. Los índices estadísticos se calcularon con las siguientes ecuaciones:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{N} \frac{(MR_{exp,i} - MR_{pred,i})^2}{N - z} \quad (3)$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(MR_{pred,i} - MR_{exp,i})^2\right]^{1/2}$$

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

(4)

$$MBE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(MR_{exp,i} - MR_{pred,i}) \quad (5)$$

donde: MR_{exp}: relación de humedad experimental; MR_{pred}: relación de humedad predicha; z: número de constantes en el modelo y N: número de datos

2.4 Determinación del color

El color de la superficie de las rodajas de manzana fresca y secas se determinó usando un colorímetro Minolta CR-300; se midieron tres parámetros: L* (luminosidad), a* (posición entre verde y rojo) y b* (posición entre azul y amarillo); se calculó la diferencia de color ΔE de cada tratamiento con respecto a la manzana fresca mediante la ecuación (6):

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2} \quad (6)$$

Donde L_0^*, a_0^* y b_0^* corresponden a valores de la rodaja al inicio del ciclo de secado, rodaja fresca, mientras que L^*, a^* y b^* corresponden a valores que presentaron las rodajas al final del secado.

Se determinó, IP, índice de pardeamiento (Baima, 2017), utilizando las ecuaciones (7) y (8):

$$IP = 100(X - 0{,}31)/0{,}17 \quad (7)$$

$$X = (a^* + 1{,}75L^*)/(5{,}64L^* + a^* - 3{,}012b^*) \quad (8)$$

Las mediciones se realizaron individualmente para las tres repeticiones de cada tratamiento, en tres lugares diferentes de cada rodaja y se calculó un promedio.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Curvas de secado

La temperatura de secado se fijó en 60 °C y la velocidad del aire en 0,42 m/s. El contenido inicial de humedad de la manzana en base húmeda fue de 84,8%. En las fig. 2 y fig.3 se muestran las curvas de secado para las rodajas de manzanas pre tratadas y sin tratar hasta lograr peso constante. En la fig. 2 se han graficado las curva de secado correspondientes a los tratamientos solución de jugo de limón al 10%, extracto orujo vid torrontés, resorcinol al 1,2%. En la fig.3 se muestran las curvas de los otros tratamientos. En ambas figuras se grafica también la curva de secado correspondiente a la muestras sin tratar. Del análisis de estas curvas se ve que hay tratamientos que retardan el proceso respecto a las muestras sin tratamientos, fig.2. El tratamiento con ácido ascórbico al 1,2%, fig 3, llegó a peso constante a las cinco horas de comenzar el proceso de secado, mientras que los otros alcanzaron el peso constante en siete horas. Se advierte asimismo que las muestras tratadas con el extracto de orujo de arbequina llegó a un contenido final de humedad (bs) de 0,026 kg de agua/kg de materia seca, mientras que las sin tratamintos a 0,209 kg de agua/kg de mateeria seca.

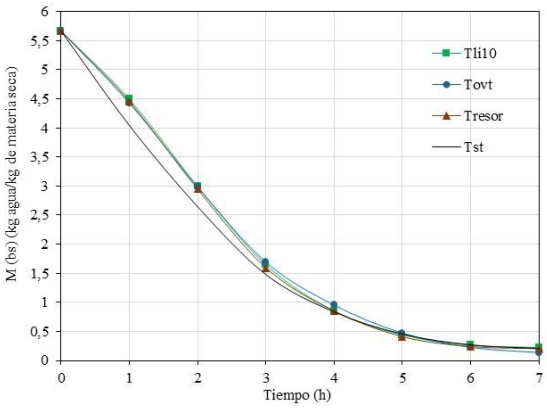


Figura 2. Curvas de secado para tratamientos Tli10, Tovt, Tresor, Tst

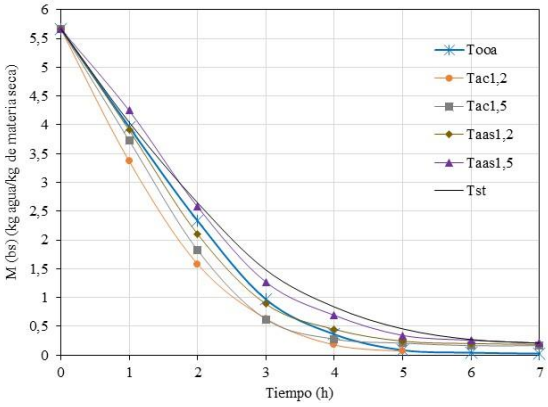


Figura 3. Curvas de secado para tratamientos Tooa, Tac1,2;Tac1,5, Taas, Tas1,5, Tst

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3.2 Ajuste de las curvas de secado

Los datos de contenido de humedad para los distintos tratamientos se expresaron en función de la relación de humedad (MR) y se ajustaron mediante los ocho modelos matemáticos de la Tabla 1. En la Tabla 2 se muestran los modelos que cumplieron los criterios fijados anteriormente. En todos los casos los valores de R^2, $\chi 2$, RMSE y MBE variaron entre 0,970 y 1, 0,000007 y 0,0446, 0,00698 y 0,0681, 0,000928 y 0,014504 respectivamente.

De acuerdo a los criterios estadísticos fijados, se determina que el modelo propuesto por Aghbashlo es el modelo más adecuado para representar el comportamiento respecto al secado de las rodajas pre- tratadas, en un secadero convectivo; mientras que para las rodajas sin tratamiento se selecciona el modelo de Wang &Singh. La Tabla 3 resume los coeficientes cinéticos de los modelos matemáticos seleccionados.

3.2 Determinación de parámetro de calidad

Para obtener los parámetros de color L^*, a^* y b^*, se utilizó el modelo de color CIELab. Las propiedades de color deseadas están relacionadas con una diferencia mínima ΔE y valores bajos de IP. De la Tabla 4 se aprecia que los valores mínimos de ΔE se dan para los tratamientos con resorcinol, ácido ascórbico al 1,2% y extracto de orujo de arbequina. En cuanto al índice de pardeamiento los valores menores se dan para los tratamientos con ácido cítrico al 1,5% extracto de orujo arbequina y ácido ascórbico al 1,2%. Se observa que los valores máximos de ΔE e IP se dan para las muestras sin tratamientos.

Tabla 3. Coeficientes de las ecuaciones de los modelos de secado

Tratamiento	k1	k2	a	b
Tst			- 0,317±0.005	0,026 ±0,001
Tooa	0,318±0,012	0,143±0,009		
Tac1,2	0,472±0,015	0,120±0,010		
Tac1,5	0,382±0,038	0,151±0,027		
Taas1,2	0,372±0,037	0,113±0,025		
Taas1,5	0,213±0,031	0,100±0,022		
Tli	0,255±0,024	0,108±0,017		
Tovt	0,261±0,017	0,100±0,012		
Tresor	0,260±0,023	0,109±0,017		

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2. Resultados estadísticos de los modelos de secado

Tratamientos	Modelos	R^2	χ^2	RMSE	MBE
Tst	Newton	0,989	0,001337	0,0342	-0,002391
	Henderson	0,991	0,001335	0,0316	-0,007212
	Wang & Singh	0,999	0,000209	0,0125	-0,000423
	Aghbashlo	0,998	0,000289	0,0147	0,004153
Tooa	Newton	0,975	0,00355	0,5583	-0.009384
	Henderson	0,977	0,00446	0,0528	-0,015523
	Wang & Singh	0,996	0,00078	0,0221	0,000928
	Aghbashlo	0,999	0,00014	0,0101	0,00379
Tac1,2	Newton	0,990	0,00175	0,0331	-0,005652
	Henderson	0,991	0,00135	0,0319	-0,008412
	Wang & Singh	0,982	0,00277	0,0456	-0,007544
	Aghbashlo	1	0,000007	0,00698	0,0021987
Tac1,5	Newton	0,982	0,00241	0,0459	-0,002664
	Henderson	0,983	0,00258	0,0443	-0,006831
	Wang & Singh	0,986	0,00223	0,0409	-0,003124
	Aghbashlo	0,996	0,000732	0,0214	0,014504
Taas1,2	Newton	0,983	0,0022	0,0439	-0,002418
	Henderson	0,985	0,0023	0,0415	-0,006987
	Wang & Singh	0,992	0,00126	0,0307	0,001038
	Aghbashlo	0,994	0,00087	0,0256	0,012707
Taas1,5	Newton	0,978	0,00291	0,0503	-0,002466
	Henderson	0,981	0,00289	0,0466	-0,008951
	Wang & Singh	0,995	0,00083	0,0253	0,002949
	Aghbashlo	0,993	0,00103	0,0278	0,011282
Tli	Newton	0,969	0,00422	0,0681	-0,002419
	Henderson	0,974	0,00409	0,0554	0,011395
	Wang & Singh	0,993	0,00115	0,0292	0,006023
	Aghbashlo	0,994	0,00098	0,0271	0,011281
Tovt	Newton	0,973	0,00368	0,0562	-0,003780
	Henderson	0,977	0,00357	0,0521	-0,012161
	Wang & Singh	0,996	0,00076	0,0211	0,004357
	Aghbashlo	0,997	0,00059	0,0192	0,006635
Tresor	Newton	0,970	0,0045	0,0225	-0,002949
	Henderson	0,975	0,00394	0,0544	-0,011604
	Wang & Singh	0,994	0,00099	0,0272	0,005521
	Aghbashlo	0,995	0,00086	0,0254	0,010478

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 4. Parámetros de color de las muestras tratadas y sin tratar

Tratamientos	L*	a*	b*	ΔE	IP
Tst	82,06	-0,75	44,15	23,33	72,67
Tooa	84,66	-2,07	33,17	13,88	46,23
Tac1,2	82,71	-0,39	35,15	15,01	53,11
Tac1,5	86,44	-3,28	33,11	14,80	43,80
Taas1,2	81,15	7,50	28,83	13,63	49,86
Taas1,5	79,48	8,47	29,20	14,25	52,75
Tli10	83,53	-0,95	40,26	19,95	62,22
Tovt	83,31	-1,66	36,01	15,83	53,06
Tresor	86,33	-3,22	31,64	13,60	41,34

4 CONCLUSIONES

La cinética del secado de rodajas de manzanas se analizó en un secadero convectivo a temperatura constante y velocidad constante. Se determinó que hay influencia de los pre-tratamientos en el tiempo de secado, siendo las muestras tratadas con ácido cítrico al 1,2% y el extracto de orujo de oliva arbequina las de mejor rendimiento respecto al secado.

El modelo propuesto por Aghbashlo fue el adecuado para describir el secado de las rodajas de manzanas para todos los tratamientos; excepto para las muestras sin tratamientos donde el mejor ajuste se obtuvo con el modelo de Wang &Singh.

Respecto al pardeamiento de las rodajas de manzana se advierte un mayor cambio de color e índice de pardeamiento para las muestras sin tratar, mientras que los tratamientos con mejor color fueron el ácido cítrico al 1,5% y el ascórbico al 1,2%, el resorcinol y el extracto de orujo de oliva arbequina.

Teniendo en cuenta el pardeamiento y la cinética de secado, se concluye que el pre tratamiento que mejor resultado presentó fue el extracto de orujo oliva Arbequina al 4,29 %. Si bien las muestras tratadas con ácido cítrico al 1,2% mostraron una adecuada velocidad de secado, no cumplen con las exigencias de color.

5 REFERENCIAS

Baima J.S., El análisis de imagen como herramienta en los procesos de producción de alimentos. Análisis del efecto de la temperatura de deshidratación sobre la calidad de los snacks de banana. Tesis de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Católica de Córdoba conforme a los requisitos para obtener el título de Magíster en Tecnología de los Alimentos, 2017.

Lee J.Y, Park H.J., Lee C:Y:, Choi W.Y, Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents, Lebensmittel-Wissenchaft Technol., 36, 323-329, 2003.

Kavak Akpinar E. y Bicer Y, Mathematical modelling of thin layer drying process of long green pepper in solar dryer and under open sun, Energy Conversion and Management 49, 1367-1375, 2008.

Togrul, I.T. y Pehlivan, D., Modelling of thin layer drying kinetics of some fruits under open-air sun drying process, Journal of Food Engineering, 65, pp.413–425, 2004.

Tunde-Akintunde T.Y, Mathematical modeling of sun and solar drying of chilli pepper, Renewable Energy, 36, 2139-2145, 2011.

SacilikK., y Elicin A.K., The thin layer drying characteristics of organic Apple slices, Journal of Food Engineering, 73, 281-289, 2006.

Seiiedlou S., Ghasemzadeh H.R., Hamdami N., Talati F. y Moghaddam M., Convective drying of apple: Mathematical Modeling and Determination of some Quality Parameters, International Journal of Agriculture & Biology, 12-2,171-178, 2010.

Velić D., Bilić M., Tomas S., Planinić M., Bucić-Kojić A., Aladic K., Study of the Drying Kinetics of "Granny Smith" Apple in Tray Drier, Agriculturae Conspectus Scientificus| Vol. 72- 4 (323-328), 2007.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Riesgo y confiabilidad de equipos: determinación del modo de falla de mordazas de un molino vertical de rodillos

Gareca, Edith[1]; Tolabín, Edmundo[1]; Antequera, Teresa [1] y Janín, Marcelo [2]

(1)Laboratorio de Materiales, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy. agareca@gmail.com;
(2) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy

RESUMEN: Las expectativas de la gestión de mantenimiento de equipos han cambiado con el tiempo, evolucionado desde la acción meramente reactiva en sus inicios, a la actual aplicación de criterios de riesgo y confiabilidad. Son múltiples los factores que impulsan esta tendencia, entre ellos, la indudable vinculación que existe entre un mantenimiento adecuado y la calidad del producto obtenido, la necesidad de alcanzar un alto rendimiento de las plantas y la exigencia del cuidado del ambiente. Entre las distintas metodologías aplicadas en mantenimiento, se encuentra el Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM, *Reliability Centered Maintenance*). El RCM es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios requieren, en su contexto operacional actual. Así, si se ocasiona una falla, un punto central en la metodología RCM es establecer, en forma precisa, la forma y la causa de esa falla. Innumerables veces las fallas que se presentan tienen que ver con los materiales de los equipos y es entonces donde cobra vital importancia realizar el análisis adecuado de los componentes y piezas de recambio. En este marco, el presente trabajo trata la rotura de una mordaza de un molino vertical de rodillos utilizado para la producción de cemento. La función de estas mordazas es sostener anillos del sistema de frenado, por lo cual una falla de las mismas resulta en un alto riesgo por los daños que puede producir en el equipo, en las zonas circundantes y a las personas. Atento a esto y con el objetivo de evitar la repetición de la situación de rotura, se realizan estudios que permiten establecer las causas de falla de la pieza. A partir de esta información, se formulan recomendaciones de medidas tendientes a mejorar la funcionalidad del componente estudiado

ABSTRACT: The expectations of the maintenance management of equipment have changed over time, evolving from the merely reactive action in its beginnings, to the current application of risk and reliability criteria. There are many factors that drive this trend, among them, the undoubted link that exists between adequate maintenance and the quality of the product obtained, the need to achieve a high performance of the plants and the need to care for the environment. Among the different methodologies applied in maintenance, is the Reliability Centered Maintenance (RCM). RCM is a process used to determine what should be done to ensure that any equipment continues to do what its users require, in its current operational context. Thus, if a failure occurs, a central point in the RCM methodology is to establish the form and cause of that failure, in a precise way. Many times, the failures are related to the materials of the equipment and it is very importat to carry out the proper analysis of the components and spare parts. The present work deals with the breakage of a vertical mill clam jaw, pused for the production of cement. The function of these jaws is to support rings of the braking system, so a failure of them results in a high risk for the damage that can occur in the equipment, in the surrounding areas and people. To avoid the repetition of the breakage situation, studies are carried out to establish the causes of failure of the piece. Based on this information, recommendations are made for measures to improve the functionality of the component

Palabras claves: mantenimiento de equipos, confiabilidad, riesgo, materiales
Keywords: equipment maintenance, reliability, risk, materials

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Mantenimiento Centrado en Confiabilidad

En muchas plantas industriales, el mantenimiento de equipos se realiza siguiendo métodos convencionales. Sin embargo, la concepción del mantenimiento ha ido cambiando en estas últimas décadas, evolucionando desde la acción meramente reactiva a la aplicación de criterios de riesgo y confiabilidad, adquiriendo un mayor énfasis en la misión de mantener los equipos o activos en la máxima disponibilidad, a fin de poder garantizar una producción continua (Aguilar Otero,2010). Este cambio responde a diversos factores, entre ellos, el incremento en el número y variedad de de equipos, diseños mucho más complejos, una conciencia creciente de la conexión entre mantenimiento y calidad del producto, y una presión cada vez mayor de alcanzar un alto rendimiento de las plantas y controlar los costos (Hung, 2009). Por lo tanto, las expectativas sobre los resultados del mantenimiento son hoy en día mucho mayores, lo cual ha llevado a la utilización de técnicas de mantenimiento de avanzada y con filosofías de punta que logran romper los paradigmas tradicionales en todo su contexto. Así, se espera que el mantenimiento incluya cada uno de los factores antes mencionados y deba en todo momento lograr la reducción de las averías imprevistas y de los tiempos de reparación, prolongar la vida útil de componentes y equipos, reducir los costos de mantenimiento y contribuir a mejorar la calidad de los productos (Moubray, 2000). Todo esto además, en un contexto de seguridad y cuidado del ambiente.

Surge así, el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés: Reliability Centered Maintenance). El RCM es un proceso utilizado para determinar qué se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual (Hung, 2009). Se tiene en cuenta lo que se espera que haga el activo, cuál es la falla, qué es lo que produce esa falla, qué ocurre cuando falla y porque importa que haya fallado. En definitiva, se trata de determinar la función del equipo e identificar cada falla, estableciendo la causa de cada falla, sus efectos y sus consecuencias, para poder actuar posteriormente en forma preventiva o predictiva.

1.2 Fallas funcionales

En caso de falla, se pueden identificar dos diferentes estados, con pérdidas totales o parciales. En el primero, un activo simplemente deja de funcionar. En el segundo, el activo puede seguir funcionando, pero no lo hace a un nivel de desempeño aceptable o bien, conforme a las necesidades que tiene el usuario. El RCM engloba ambos casos en lo que considera una falla funcional y trabaja con el concepto de modo de falla, que implica determinar tanto la forma en que el equipo falla como la causa de la misma. Los modos de falla deben incluir las fallas que ya ocurrieron en el equipo que se trata, o en equipos similares en condiciones similares, fallas que están siendo prevenidas por los mantenimientos sistemáticos y fallas potenciales que aún no ocurrieron, pero que tienen posibilidad cierta de presentarse. Es sumamente importante realizar un análisis de causa adecuado, que permita asegurar que se tratan las causas en sí y no los síntomas (Moubray, 2000).

1.3 El estudio de materiales

La falla en un equipo puede darse por diferentes razones, como por ejemplo, errores en el diseño, en el servicio, en el montaje o en la reparación. También puede asociarse a cuestiones que tienen relación directa con el material de componentes. Así puede tenerse casos de una selección inadecuada del material, con características no apropiadas para las condiciones de operación; envejecimiento de materiales, que lleva a tener propiedades muy diferentes a las que se tenían inicialmente; presencia de imperfecciones como defectos superficiales y sub-superficiales por errores en los procesos de fabricación, entre muchos otros factores, que hacen que el equipo no cumpla con el desempeño estándar. Por lo tanto, es de gran importancia que la gestión de mantenimiento incorpore el estudio de materiales para el análisis de fallas de componentes y piezas de recambio, recurriendo a las herramientas que brinda la Ingeniería de Materiales (Velez Mejía, 2003).

Debido a lo expuesto, en este trabajo se presenta el estudio de la rotura de una mordaza de un molino vertical de rodillos utilizado para la producción de cemento, estableciendo la causa de falla y formulando recomendaciones de medidas tendientes a mejorar la funcionalidad de este componente.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2 DESARROLLO

2.1 Componente de estudio

La pieza de estudio se trata de una mordaza de un molino vertical de rodillos utilizado en la producción de cemento. Los molinos verticales se caracterizan por realizar tres operaciones: el secado del material que ingresa, la molienda del mismo y la separación granulométrica del producto resultante a la salida. Las mordazas que son dos, cumplen la función de sujetar la tapa superior al cuerpo del molino, y se colocan una a cada lado. Están sometidas a solicitaciones de elevadas cargas y tensiones mecánicas. En la Fig. 1 se presenta un esquema del molino y se indica la ubicación de la mordaza.

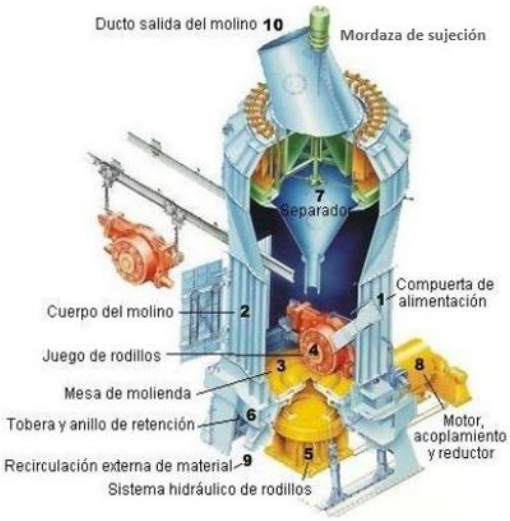


Figura 1. Esquema de molino vertical de rodillos. Fuente: Polysius

En este caso, una de las mordazas presentó una pérdida total de funcionalidad, ya que sufrió una rotura con comportamiento frágil.. En la Fig. 2 se puede apreciar la zona de rotura, sin deformación.



Figura 2. Sector fracturado de la mordaza

3 MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar el estudio del componente y determinar la causa de falla, se llevaron a cabo los siguientes estudios: análisis de la composición química, ensayos de dureza y análisis metalográfico. El análisis de las placas con fallas se efectuó mediante Espectrómetro de Fluorescencia de Rayos X marca ARL 2000-SMS y Analizador Leco en Vacío de Carbono y Azufre. La determinación de la dureza se realizó en un Durómetro Portátil Equotip, utilizando la escala Brinell (HB).

La microestructura se observó en un microscopio óptico Metalux II (LEITZ WETZLAR). Para la preparación de las muestras se efectuó un pulido mecánico, usando pulidoras de disco y papel abrasivo Nº 200, 320, 400 y 600. Para finalizar esta etapa se realizó el pulido en paño con alúmina de granulometría en el orden del micrón. Una vez pulidas las muestras, se observaron sin el ataque químico para determinar el estado de inclusiones no metálicas. Posteriormente, para el revelado de la microestructura se atacó químicamente las probetas con Nital 4 (solución de ácido nítrico en alcohol al 4 %).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Composición química

La composición química del acero de la mordaza se presenta en la Tabla 1.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1.- Composición química del acero

Acero	(% en peso)					
	C	Si	Mn	P	S	Cr
Mordaza	0.26	0.71	0.87	0.023	0.017	0.68
SAE 5130	0.25-0.30	0.15-0.35	0.70-0.90	0.035 máx	0.040	0.80-1.10

La composición del acero en la segunda fila corresponde a los valores de tolerancia que fija la norma SAE para un acero 5130. Se puede notar q que el acero estudiado no cumple el requerimiento en cuanto al contenido de elementos químicos. El Silicio tiene un valor muy alto y el Cr se encuentra por debajo de lo establecido.

4.2 Medición de Dureza

Los valores de dureza se tomaron en distintos puntos de la pieza. En ningún caso se superaron los 220 HB. Esta dureza resulta insuficiente para los requerimientos que la pieza tiene en servicio.

4.3 Análisis Metalográfico

En las fotografías siguientes se pueden observar los resultados de este estudio.

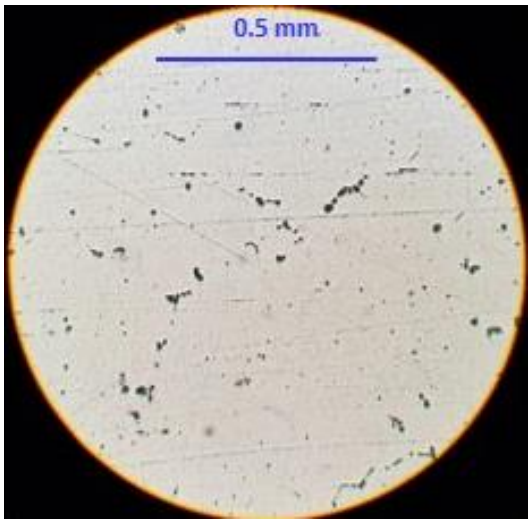


Figura 3. Inclusiones no metálicas

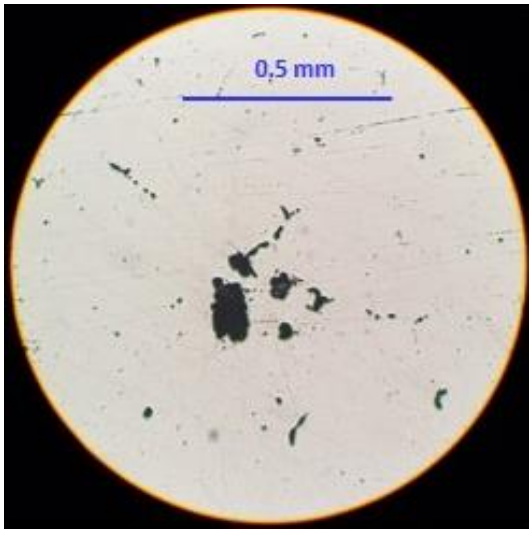


Figura 4. Macroinclusiones

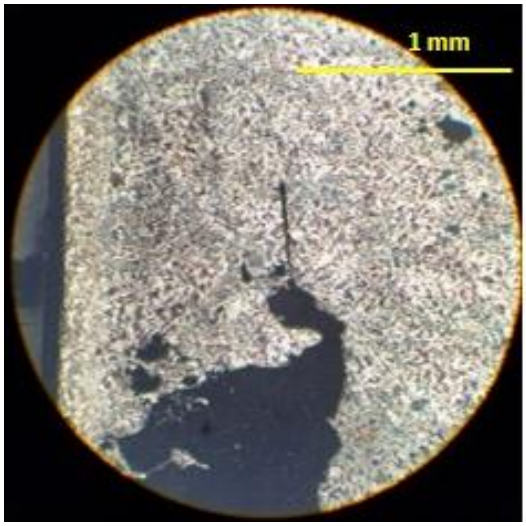


Figura 5. Microestructura fina. La línea fina es una microfisura de clivaje.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

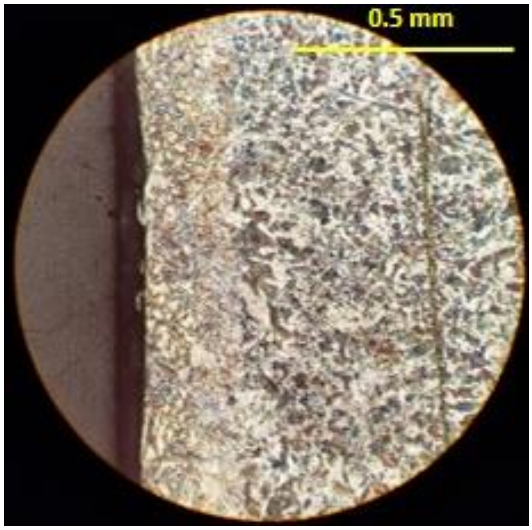


Figura 6. Microestructura perlítico-ferrítica

En la Fig. 3 las inclusiones no metálicas son del nivel 3 según la Norma ASTM E45, y se encuentran fuera de escala. Eso se debe al alto contenido de Silicio que genera compuestos no metálicos. El estado de las inclusiones no es aceptable. Estos defectos tienden a coalescer nucleando microfisuras

Las macroinclusiones que se observan en la Figura 4, pueden deberse a un proceso de colado inadecuado, probablemente sean restos de refractarios del sistema de colada o arena de moldes.

La microestructura del acero es perlítico-ferrítico (Figuras 5 y 6), que es una microestructura de enfriamiento lento, lo que implica que la pieza no fue sometida a tratamientos térmicos.

En la Fig. 5 se puede observar esta microestructura rodeando una macroinclusión, en la que se incia una microfisura de clivaje, que se generan por la presencia de altas tensiones.

En la Fig. 6 se muestra otro sector de la pieza. Se aprecia claramente la presencia de la microestructura referida.

4.4 Discusión

Como se planteó, el acero de las mordazas no cumple con las especificaciones SAE. El problema principal es el Silicio. Éste elemento produce microfases de tipo silicatos de forma alargada, que por Norma ASTM 45, se clasifican teniendo en cuenta su longitud, en niveles 1, 2 y 3, siendo el nivel 1 el óptimo y el nivel 3, inaceptable. Por otra parte, esta norma tiene en cuenta también, si estos silicatos se presentan finos o gruesos, siendo más inconvenientes éstos últimos. En general, cuando el silicio se encuentra por encima del 0,35 % permitido por la especificación de la Norma SAE, los silicatos tienden a desarrollarse en series alargadas y gruesas. Si bien esto aumenta la dureza del acero, hacen propender a un comportamiento frágil, ya que estos compuestos no metálicos tienden a coalescer y nuclear microfisuras. En elevados estados de tensiones estas microfisuras pueden impulsar rotura a la velocidad del sonido en el material una vez que superan la etapa de nucleación. La presencia de macroinclusiones agrava este estado.

Por otro lado, para mordazas destinadas a sostener elevadas cargas, la dureza debería ser de alrededor de 350 a 400 HB. Por lo tanto, la dureza obtenida de 220 Hb resulta totalmente insuficiente para el rendimiento de la pieza. Esta dureza es concordante con el tipo de microestructura encontrada, que no corresponde a un acero tratado térmicamente.

Cualquier aleación que se seleccione para estos componentes, debería ser requerida con tratamiento térmico. Para piezas de acero moldeado se aplica mínimamente un normalizado, e incluso se exige normalizado, temple y revenido. No obstante esto, debido a la dureza de la pieza, ante solicitaciones de elevadas cargas y tensiones mecánicas el acero debería haber respondido con deformaciones y no con fractura frágil. Esto lleva nuevamente a centrar la atención en la presencia del micro y el macroinclusiones y en la necesidad de ajustar la composición química del acero.

5 CONCLUSIONES

La falla de la mordaza responde a un material que no cumple con las exigencias del servicio. Esto puede adjudicarse a una composición química fuera de norma, con exceso de Silicio y a un proceso de fabricación deficiente. El Silicio fuera del límite de aceptabilidad, genera microinclusiones de nivel inaceptable. El proceso de fabricación le genera macroincluiones. Ambos tipos de defectos contribuyen a la aparición de fisura que ante la presencia de tensiones, llevan a la pieza a la rotura.

Además de exigir el cumplimiento de la composición química, también se debe pensar en

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

un acero tratado térmicamente para el componente estudiado.

En este caso, se puede ver la conveniencia de aplicar las herramientas de la ingeniería de materiales para estudiar la causa de falla de la mordaza. Conocer las causales a través del estudio realizado permitirá tomar medidas preventivas, que eviten fallas prematuras**.**

Con las medidas mencionadas, se podrá cumplir con el estándar de desempeño establecido para el componente estudiado, logrando una mejor seguridad en su función y consecuentemente, en la del equipo en la que se encuentra instalado, siendo estos uno de los principios establecios en la utilización de la metodología RCM.

6 BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Otero, J., R. Torres Arcique and D. Magaña Jimenez. Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento empleando criterios de riesgo y confiabilidad. Tecnología, Ciencia, Educación [en línea, sin mes]. ISSN 0186-6036, 2010.

Hung, A. Mantenimiento centrado en confiabilidad como estrategia para apoyar los indicadores de disponibilidad y paradas forzadas en la Planta Oscar A. Machado EDC. Ingeniería Energética [en línea, Vol XXX, N° Mayo-Agosto]. Redalyc. p 12-18, 2009.

Moubray; J. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (Reability –centred Maintenance), 1° Edición en español, Ed. Aldon Ltd. ISBN 095196O3-2-3, Madrid. 348 p, 2000.

Velez Mejía, J. El análisis de fallas como una técnica de mantenimiento preventivo, en Indisa On Line, N° 5, 2003.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma que usan realidad aumentada

Rosenzvaig, Federico; Najar, Pablo; Saavedra, Emanuel; Sánchez, Carlos; Budán, Paola; Herrera, Susana; Cristina Fennema

Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías -Universidad Nacional de Santiago del Estero, 4200 Santiago del Estero, Argentina.
frosenzvaig@unse.edu.ar; pbudan@unse.edu.ar; sherrera@unse.edu.ar; najarpablo@yahoo.com.ar; saavedra.emmanuel.1394@gmail.com; crisfen@yahoo.com;

RESUMEN: El grupo de investigación de Computación Móvil de la UNSE viene trabajando desde el año 2017 en la optimización del desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma, combinado con el uso de Realidad Aumentada para la visualización de objetos 3D a partir de códigos QR. En este marco, se han estudiado varios *frameworks* para la generación multiplataforma de aplicaciones híbridas y para la generación multiplataforma por compilación cruzada, así como la Realidad Aumentada basada en marcadores, que reconoce patrones de activadores de información. En este trabajo se presentan los resultados preliminares sobre el estudio de las tecnologías de software que permiten el desarrollo y mantenimiento eficiente de aplicaciones móviles multiplataforma con Realidad Aumentada. Los avances se aplican al desarrollo de un software para el aprendizaje de Algebra Lineal, denominado AlgeRA. La principal contribución hasta ahora, consiste en detectar la necesidad de definir los criterios que guiarán el desarrollo de la aplicación para luego definir las herramientas y *frameworks* más adecuados.

ABSTRACT: The Mobile Computing research group at UNSE has been working since 2017 in the optimization of cross-platform mobile application development, combined with the use of augmented reality to the visualization of 3D objects from QR codes. In this article, the preliminary results on the study of the software technologies that allow the development and efficient maintenance of cross-platform mobile applications with Augmented Reality are presented. The advances are applied to the development of an application for learning Linear Algebra (AlgeRA). The main contribution of research to this application refers to a need for defining the criteria that will guide the application development to then be able to define the tools and frameworks more appropriate.

Palabras claves: Aplicaciones móviles multiplataforma – Realidad Aumentada -*Frameworks* para desarrollo de software.

Keywords: Mobile multi-platform applications - Augmented Reality – Software development frameworks.

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo presenta resultados preliminares de una investigación desarrollada en el marco del Proyecto "Computación Móvil: desarrollo de aplicaciones y análisis forense" (Fennema et al., 2017; Fennema et al. 2018) del Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). La misma tiene como objetivo principal realizar estudios para la optimización del desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma, principalmente de aquellas que usan Realidad Aumentada (RA).

Dos de los objetivos específicos del proyecto son (i) indagar sobre herramientas para la generación automática de aplicaciones móviles nativas que interactúan con hardware del dispositivo, y (ii) comparar herramientas para el desarrollo de aplicaciones móviles con Realidad Aumentada.

Los progresos logrados se aplican en el campo de la Educación, más precisamente, desarrollo de una aplicación para la enseñanza de Algebra Lineal denominada AlgeRA (Morales et al., 2018).

De acuerdo con estudios previos y a la experiencia del grupo en el desarrollo de aplicaciones móviles (Najar, 2013; Herrera et al., 2014-a; Herrera et al., 2014-b; Córdoba, 2016), el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma que consuman objetos 3D alojados en un repositorio, como lo es AlgeRA, requiere la determinación de ciertos criterios, denominados *criterios de desarrollo*, que guían la elección de las herramientas y *frameworks* a utilizar.

En este trabajo, se presenta el resultado de una experimentación realizada para determinar las herramientas más convenientes para el desarrollo de aplicaciones con las características mencionadas. El mismo se estructura de la siguiente manera: en primer lugar, se plantea un marco referencial referido al desarrollo de aplicaciones multiplataforma y a RA. Luego, se describen las herramientas de desarrollo exploradas: *QT*, *AppAcelerator Titanium*, *Xamarin*. Posteriormente, se realiza un breve análisis sintético. Por último, se presentan conclusiones preliminares y los trabajos futuros.

1.1 Desarrollo de aplicaciones multiplataforma

En la actualidad, los dispositivos móviles son más usados que las computadoras de escritorio. Según Statcounter (http://gs.statcounter.com), casi un 57% del mercado mundial corresponde a dispositivos móviles mientras que sólo un 43% corresponde a computadoras de escritorio. En cuanto a los sistemas operativos (SO) móviles, según la fuente mencionada, en el mundo tiene supremacía total el SO Android (77%) frente a iOS de Apple (19%) y Windows (0,43%). La misma tendencia se mantiene en Argentina.

Este fenómeno de la Computación Móvil trajo como consecuencia el aumento de uso de las aplicaciones móviles, ejecutadas bajo diversos SO móviles (Android, iOS, Windows). Esto, a su vez, hizo que el paradigma de programación de aplicaciones móviles cambie hacia el desarrollo multiplataforma: generación de aplicaciones móviles que puedan ser ejecutadas por diversos sistemas operativos. Es importante considerar la clasificación propuesta por Delía (Delía et al., 2017, Delía et al., 2018), quien sostiene que las aplicaciones móviles multiplataforma pueden ser: nativas generadas con proyectos diferentes de acuerdo al SO, webs responsivas, híbridas, interpretadas y generadas por compilación cruzada. Los tres últimos tipos de aplicaciones, son aplicaciones nativas generadas para diversos SO desde un único proyecto, lo cual optimiza los recursos de desarrollo.

Este grupo de investigadores ha abordado el desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma que usan RA, considerando las híbridas y las generadas por compilación cruzada. En este tipo de desarrollos tienen un importante rol los diversos *frameworks* que permiten generar los diferentes tipos de aplicación; entre ellos se encuentran Apache Córdoba (Wargo, 2015), PhoneGap (PhoneGap, 2013; Genbetadev, 2016), Ionic (Ionic, 2016), Titanium, Xamarin (Hermes, 2015).

Delía (Delía et al., 2017, Delía et al., 2018) presenta un estudio comparativo de los *frameworks*, considerando características no funcionales, del desarrollador y de la gestión del proyecto, muy útiles para cuando se abordan investigaciones como la del proyecto *Computación Móvil: desarrollo de aplicaciones y análisis forense*.

1.2 Realidad Aumentada

La RA es una tecnología que complementa la percepción e interacción con el mundo real, ya que proporciona un entorno real aumentado con información adicional generada por la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

computadora o algún dispositivo móvil (Azuma, 2001). Posibilita el desarrollo de aplicaciones interactivas que combinan la realidad con información sintética, tal como imágenes 3D, sonidos, videos, textos, sensaciones táctiles, en tiempo real, y de acuerdo con el punto de vista de quien está observando la escena (Salazar Mesía et al., 2015). Se distinguen dos tipos básicos de RA:
Geolocalizada, la cual a través de sensores indican el posicionamiento del dispositivo móvil. Con solo sostener el móvil en nuestro campo de visión, podemos visualizar puntos de interés cercanos gracias a la información tomada a través de varios sensores móvil, entre ellos el GPS y brújula de orientación.
Basada en marcadores, que reconocen patrones de activadores de información, como puede ser un código de barras, QR o un símbolo, en la imagen de video que se recibe desde una cámara. Cuando se reconoce un patrón en particular, en su posición, se superpone una imagen digital en la pantalla. Este es el primer tipo de RA, que tuvo sus orígenes en algo muy sencillo: etiquetas.
En el grupo de investigación se trabaja con Nivel 0 de RA (Prendes Espinosa, 2015): visualización de objetos 3D a partir de la lectura de códigos QR.

1.3 Comparación de las herramientas de desarrollo multiplataforma

A partir de los requerimientos iniciales de AlgeRA (Morales et al., 2018) y teniendo en cuenta desarrollos previos (Najar, 2013; Herrera et al., 2014-a; Herrera et al., 2014-b; Córdoba, 2016) se elaboró una lista de criterios de desarrollo que guiarían la elección de las herramientas a utilizar. Estos criterios se refieren, en primera instancia, a las herramientas que se utilizarán para desarrollar la aplicación multiplataforma. Se pueden enunciar de la siguiente manera. La herramienta debe:

a. Generar aplicaciones multiplataforma nativas para cada Sistema Operativo (SO) móvil.
b. Permitir el manejo de sensores (cámara frontal, cámara posterior, etc.).
c. Permitir agregar bibliotecas específicas de RA y de tratamiento de marcadores.
d. Generar una aplicación que utilice o consuma equilibradamente los recursos del dispositivo.
e. Generar una aplicación final de tamaño apropiado.
f. Permitir utilizar o consumir diferentes tecnologías, por ejemplo: servicios web, bases de datos locales, bibliotecas nativas o de terceros.
g. Permitir el acceso a repositorios de objetos de diferente índole (objetos 3D, vídeos, entre otros).

En base a esta lista, se exploraron al menos tres herramientas que generen aplicaciones multiplataforma, con una arquitectura nativa: QT (QT, 2016), Appcelerator Titanium y Xamarin (Hermes, 2015).
Describiendo brevemente, Qt es un *framework* multiplataforma orientado a objetos, muy útil para el desarrollo de software cuyo objetivo principal sea lograr una interfaz gráfica de usuario atractiva. Posee, además, diferentes tipos de herramientas para la línea de comandos y consolas para servidores. Utiliza el lenguaje de programación C++ de forma nativa, adicionalmente puede ser utilizado en varios otros lenguajes de programación con la biblioteca de adaptación requerida en cada caso. En cuanto a las licencias, QT permite: (i) crear aplicaciones para plataformas de escritorio y móviles (Android, IOS, Windows Phone), (ii) crear aplicaciones multiplataforma con licencia, comercial y de código abierto. Se aclara que la concesión de licencias de código abierto de Qt es usada generalmente para aplicaciones con fines académicos y estudiantiles, proyectos de investigación internos sin distribución externa, o en otros proyectos de naturaleza similar.

Evaluación de QT

Se realizó una experimentación especialmente diseñada que se llevó a cabo en varias sesiones durante el año 2017. En la misma, se abordaron desarrollos pequeños, a modo de ejemplo, obteniéndose la siguiente valoración:

Ventajas de QT:

- El IDE se puede utilizar en cualquier SO y en las distintas arquitecturas.
- Las aplicaciones generadas son multiplataformas y nativas.
- Se puede programar en un lenguaje conocido.
- El diseño de interfaz gráfica es muy fácil de realizar además de ser muy atractiva.
- Separa la vista, de las clases y de las bibliotecas.
- Es muy intuitivo a la hora de probar la aplicación seleccionando la plataforma que se desea para dicha prueba.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

- El IDE ocupa muy pocos recursos (probado en una AMD de 2 núcleos con 2gb de RAM).
- La ejecución de la aplicación en un emulador es bastante rápida que Android-Studio (citar alguna experiencia del proyecto anterior).
- La creación de los paquetes de instalación es intuitiva y sencilla.
- Posee una comunidad de desarrollo bastante grande, lo que permite obtener soporte fácilmente.

Desventajas de QT:

- La instalación del *framework* se realiza de manera online, lo que ralentiza el proceso de la misma.
- Descargar la biblioteca para crear aplicaciones Android es complicado.
- La versión para programar para dispositivos embebidos es de licencia comercial (paga).
- La desventaja principal es no poseer bibliotecas de soporte para RA.

Evaluación de Appcelerator Titanium

Se realizó una experimentación especialmente diseñada que se llevó a cabo en tres sesiones durante el año 2017. En la misma, se abordaron desarrollos pequeños, a modo de ejemplo, obteniéndose la siguiente valoración:

Ventaja de Appcelerator Titanium:

- El IDE está bien organizado y facilita la codificación, agregar bibliotecas y organizar la estructura de las carpetas.
- Desventajas de Appcelerator Titanium:
- Los recursos disponibles son los mismos que se mencionaron en la prueba de QT. Al loguearse la primera vez, comienzan automáticamente las actualizaciones. Esto consumió el rendimiento del microprocesador al 100%. Se realizó una prueba en otro equipo core2duo con 3gb RAM, sucediendo lo mismo.
- Terminadas las actualizaciones, se quisieron instalar las bibliotecas y herramientas para Android JDK, IOS, Windows Phone, desde el link que se encuentra dentro del IDE. Esta tarea también consumió microprocesador al 100%.
- La comunidad no es muy grande, por lo que no se puede conseguir soluciones rápidamente, cuando se las consigue.
- Es (pago).
- No tiene una interfaz gráfica para diseñar las pantallas.

Evaluación de Xamarin

Xamarin es una plataforma para el desarrollo de aplicaciones móviles. Genera aplicaciones nativas para Android, iOS y Windows utilizando el lenguaje C#. Las interfaces de usuario de las aplicaciones escritas en C#/Xamarin son nativas, lo que produce una mejora en el rendimiento en tiempo de ejecución. Las aplicaciones escritas en C#/Xamarin permiten un enfoque de desarrollo multiplataforma donde se comparte la codificación de lógica de negocio, sin embargo, las interfaces de usuario deben ser programadas independientemente para cada plataforma de destino.

Xamarin posee la gran ventaja de trabajar con bibliotecas de soporte a la RA, como por ejemplo Wikitude y ARToolkit., mediante la tecnología de desarrollo multiplataforma Xamarin.Forms. Wikitude: es una biblioteca que se encuentra focalizada en la RA basada en localización. Trabaja mediante el reconocimiento de imágenes, tracking de objetos y tecnología de geolocalización. Permite encontrar la posición del usuario mediante GPS, y soporta diferentes componentes electrónicos del dispositivo como el podómetro y el acelerómetro. Esto es posible gracias a que la plataforma brinda un SDK dedicado para trabajar con dichas bibliotecas. Sin embargo, la licencia anual del SDK posee un costo valuado en euros, que varía en función al plan seleccionado, y brinda una versión de prueba limitada sólo por 30 días. Es una alternativa interesante dado que presenta conectividad con Unity 3D para generar el objeto a mostrar. Su principal limitación es el costo. Por su parte, ARToolKit, es una biblioteca que permite la creación de aplicaciones de RA, en las que se sobrepone imágenes virtuales al mundo real. Utiliza las capacidades de seguimiento de vídeo, con el fin de calcular, en tiempo real, la posición de la cámara y la orientación relativa a la posición de los marcadores físicos, utilizando componentes electrónicos del dispositivo como el acelerómetro. Una vez determinada la posición de la cámara real, se puede colocar la cámara virtual en el mismo punto y los modelos 3D son sobrepuestos exactamente sobre el marcador real. La plataforma brinda un SDK dedicado para trabajar con dichas bibliotecas. Es de acceso libre pero el desarrollo de objetos es complejo y no presenta conectividad con Unity 3D para generar el objeto a mostrar.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1.4 análisis comparativo sintético

De las plataformas de desarrollo exploradas, la que mejor se adapta a las necesidades de desarrollo de AlgeRA es Xamarin, puesto que brinda soporte a la RA. Resta por idear la manera en la cual se pueden consumir objetos 3D almacenados en algún repositorio.

En cuanto al diseño y desarrollo de los objetos 3D, y luego de realizar numerosas pruebas pequeñas, se selecciona *Blender 3D* como herramienta de modelado, dado que (i) permite obtener resultados profesionales, (ii) es una herramienta libre para tal fin, (iii) es multiplataforma, (iv) es de simple instalación y está mantenido por la Fundación *Blender*; (v) está documentado en forma detallada en su sitio web. Como software de animación para el objeto 3D se exploró *Unity* (http://www.unity3d.com) en su versión 2018 dado que posee soporte de compilación con diferentes tipos de plataformas. Tanto *Unity* como *Blender* permiten realizar animaciones con objetos 3D. Dada a esta última característica, y considerando el tamaño de los objetos que se obtienen, se decide realizar la animación utilizando también *Blender*.

A partir de lo detallado, puede observarse que la elección de las herramientas a utilizar para el desarrollo de una aplicación móvil que soporte RA no es un detalle menor en un grupo de investigación. Asimismo, puede apreciarse la importancia que tiene establecer los *criterios de desarrollo* a priori.

2 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Como resultado principal, el grupo de investigación arriba a la conclusión de que para lograr aplicaciones con las características mencionadas es fundamental, en primera instancia, determinar cuáles serán los criterios que guiarán el desarrollo de la aplicación para luego poder definir las herramientas y los *frameworks* más adecuados, según estos criterios.

Como trabajo futuro resta comprobar, a posteriori, si la selección de las herramientas fue la adecuada, lo cual sólo se logrará con el ensamblado de las piezas de código que permitirán obtener AlgeRA con todas sus funcionalidades. Esto se debe, especialmente, a que en algunas circunstancias las API que los *framworks* de desarrollo proponen están en fase de prueba y pueden surgir inconvenientes inesperados.

3 REFERENCIAS

Azuma, R. Augmented Reality: Approaches and Technical Challenges. Fundamentals of Wearable Computers and Augmented Reality. Mahwah, New Jersey: W. Barfield, Th. Caudell. 2001

Córdoba, Melisa Nataly. Prototipo de un Sistema Alternativo de Comunicación. Trabajo final de Licenciatura en Sistemas de Información. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2016.

Delía, L. Desarrollo de aplicaciones móviles multiplataforma. Trabajo Final de Especialista en Ingeniería Web. Facultad de Informática, Universidad Nacional de La Plata. 2017

Fennema, M., S. Herrera, R. Palavecino, P. Budán, F. Rosenzvaig, P. Najar Ruiz, J. Carranza and E. Saavedra. Aproximaciones para el desarrollo multiplataforma y mantenimiento de Aplicaciones Móviles. Workshop en Investigación en Ciencias de la Computación, WICC. Instituto Tecnológico Buenos Aires. Buenos Aires. ISBN 978-987-42-5143-5. 2017.

Fennema, M., S. Herrera, R. Palavecino, P. Budán, F. Rosenzvaig, P. Najar Ruiz, A. Carranza and E. Saavedra. Aproximaciones para el desarrollo multiplataforma de Aplicaciones Móviles. Workshop en Investigación en Ciencias de la Computación, WICC. ISBN 978-987-3619-27-4. Corrientes. 2018.

Genbetadev. PhoneGap http://www.genbetadev.com/frameworks/phonegap. Fecha de adquisición de la información: 13/08/2016.

Hermes, D. Xamarin Mobile Application Development: Cross-Platform C# and Xamarin.Forms Fundamentals. Ed. Apress. ISBN 978-1484202159. 2015.

Herrera, S., M. Morales, C. Sanz and C. Fennema. Aprendizaje basado en Dispositivos Móviles. Santiago del Estero: EDUNSE - Editorial de la UNSE, pag.196. isbn 978-987-1676-18-7. 2014-a.

Herrera, S., P. Najar, M. Morales, R. Palavecino, and C. Fennema. DEMO: Juego móvil colaborativo Educ-Mobile. Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Universidad Nacional de Chilecito. La Rioja. 2014-b.

Ionic. Welcome to Ionic. Disponible en: http://ionicframework.com/docs/guide/preface.html. Fecha de adquisición de la información: 13/08/2016.

Delia, L., P. Thomas, L. Corbalán, J. Fernández Sosa, A. Cuitiño, G. Cáseres and P. Pesado. Development Approaches for Mobile Applications: Comparative Analysis of Features. Computing Conference 2018 10-12 July 2018 | London, UK. 2018.

Morales, M., S. Herrera, M. Maldonado, P. Budán, F. Rosenzvaig. M-learning con Realidad Aumentada para el aprendizaje significativo en Álgebra Lineal. II Simpósio Ibero-Americano de Tecnologias Educacionais - SITED 2018. ISSN 1984-4751. Araranguá, SC, Brasil, 2018.

Najar, P. J. Prototipo de sistema móvil para e-turismo. Trabajo final de Licenciatura en Sistemas de Información. Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. 2013.

PhoneGap 3. A guid to building cross-platform apps using the W3C standards-based Cordova/PhoneGap framework. Packt Publishing. 2013.

Prendes Espinosa, C. Augmented Reality and Education: Analysis of Practical Experiences. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación. Nº 46. Enero 2015. ISSN: 1133-8482.e-ISSN: 2171-7966. doi: http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12. 2015.

QT. QT Development Resources. https://www1.qt.io/developers/. Fecha de adquisición de la información: 13/08/2016.

Salazar Mesía, N, G. Gorga and C. Sanz. Plan de evaluación del material educativo digital EPRA. Propuesta de indagación sobre la motivación intrínseca. XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, Buenos Aires (UNNOBA) Sede Junín. 2015.

Wargo, J. Apache Cordova 4 Programming. Addison-Wesley Professional. 2015.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Prototipo de maquina CNC, de uso didáctico, para laboratorio de electrónica

Villavicencio, Agustín A.[1]; Moscatelli, Lucas[2]; Fernández, Ruben[3]; Gunther, Daniel[4]

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. agusalvill@gmail.com
(2) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. moscatellilucas@gmail.com
(3) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. raf@unse.edu.ar
(4) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. dgunther@unse.edu.ar

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es el diseño y desarrollo de un prototipo de máquina herramienta capaz de realizar la impresión y las perforaciones necesarias para la fabricación de una placa de circuito impreso de una cara para desarrollos electrónicos. Está motivado por la necesidad de contar con esta herramienta en el Laboratorio de Electrónica de la Carrera de Ingeniería Electrónica, para realizar el trazado de circuitos electrónicos y las perforaciones correspondientes para la inserción de los componentes y la posibilidad de su utilización como herramienta didáctica. Contempla técnicas de Control Numérico Computarizado (CNC), Diseño Asistido por Computadora y programación de microcontroladores en lenguaje C y aplicaciones Java, el firmware de control es open source: GRBL (intérprete de código G, lenguaje empleado en CNC).
Hardware: se emplearon drivers de control y potencia para motores paso a paso, comandados por un micro controlador, provisto del programa correspondiente, que admite la codificación y decodificación de las señales de trabajo que ordenan el accionamiento de los motores paso a paso.
Temas vinculados: Sistemas de control de movimiento mediante motores paso a paso. Técnicas de diseño de circuitos electrónicos. Adaptación de un sistema mecánico que permite desplazamientos en 3 ejes (x, y, z).

ABSTRACT: The objective of this work is the design and development of a prototype machine tool capable of making the milling and perforations necessary for the manufacture of a printed circuit board of one side for electronic developments. Motivated by the need to have this tool in the Electronics Laboratory of the Electronic Engineering Career, make the layout of electronic circuits and their corresponding perforations for the insertion of the components and the possibility of their use as a didactic tool. It contemplates techniques of Computerized Numerical Control (CNC), Computer Aided Design and programming microcontrollers in C language and Java applications, the control firmware is open source: GRBL (interpreter of G code, language used in CNC).
Hardware: control and power drivers were used for stepper motors, commanded by a micro controller, provided with the corresponding program, which supports the coding and decoding of the work signals that command the stepper motor drive.
Related topics: Motion control systems using stepper motors. Design techniques for electronic circuits. Adaptation of a mechanical system that allows displacements in 3 axes (x, y, z).

Palabras claves: GRBL, Diseño Electrónico, FlatCAM, CNC

Keywords: GRBL, Electronic Design, FlatCAM, CNC.

1 INTRODUCCION

1.1 Contexto.

Para la fabricación de circuitos impresos, (PCB: printed circuit board), para desarrollos electrónicos es necesario contar con el equipamiento o herramienta correcto para la tarea, la misma debe ser la adecuada para lograr un trabajo de calidad y precisión. El router CNC de control numérico es una herramienta muy útil al momento de cortar materiales como madera y una amplia variedad de materiales blandos, como pueden ser acrílicos, MDF o algunos metales tales como el aluminio, el latón, el bronce, entre otros. La denominación control numérico computarizado (CNC) se aplica a todo dispositivo capaz de dirigir el posicionamiento de un sistema mecánico móvil mediante órdenes de forma totalmente automática a partir de informaciones numéricas, decodificadas de un lenguaje específico. El programa está formado por un conjunto de números y letras que siguen un estándar establecido por la EIA (Electronics Industries Asociation: Alianza de Industrias Electrónicas) o la ISO (International Standars Organization: Organización Internacional de Normalización). El fresado de PCB mediante una fresa CNC, también conocido como ruteo de pistas, es el proceso de prototipos de PCB más rápido, limpio, de alto rendimiento y económico de la actualidad. Generalmente dicho proceso emplea una técnica o método de trabajo denominado aislación de pistas.

1.2 Objetivos

El presente proyecto, se basa en una investigación detallada, identificando las principales características que debería presentar el prototipo CNC, y teniendo en cuenta el uso final del mismo, aplicando los siguientes objetivos:

- Diseñar, desarrollar y fabricar una placa de circuito electrónico para control de posición y movimiento de motores paso a paso, que permita la vinculación de drivers de potencia para motores paso a paso con microcontroladores.
- Implementar el uso de software de código libre, que permitan utilizar una interfaz de usuario simple para este tipo de sistemas, los

software de diseño electrónico tipo CAD, software de fabricación asistida por computadora tipo CAM, y softwares interfaz de usuario, permitiendo interactuar y comandar un interfaz humano maquina (HMI) intuitiva.

- Dotar al sistema de una fuente de alimentación de tensión continua con diferentes niveles de voltaje regulado de salida, capacidad de corriente, con indicadores luminosos de estado y control para la misma.
- Adaptación de una estructura mecánica desarrollada para uso específico en routers CNC, la misma debe tener una buena resistencia mecánica, permitir precisión en los movimientos y la robustez adecuada para la tarea, entre otros requisitos para routers CNC.
- Realizar prácticas y caracterización de las etapas del proyecto, las cuales podemos dividir en: desarrollo, fabricación y prueba de la PCB interfaz de control del router, Etapa de potencia para alimentación de husillo eléctrico y motores paso a paso, trazado de prototipos de PCB´s

2 DESARROLLO

En la primera etapa del proyecto, mediante implementación de softwares open source, se diseñó la placa de control (a la cual se denominó: CNC CONTROL V0.1) para el prototipo de máquina CNC, utilizando el software de diseño EasyEDA (EEDA), este software es una herramienta de diseño que permite la creación de esquemas de conexionado electrónico / eléctrico, simulación y diseño de PCB´s, así como también brinda la posibilidad de crear un diseño real de una futura plaqueta (sin componentes). La PCB diseñada se envió para fabricación al proveedor JLCPCB. Como resultado se obtuvo una PCB de gran calidad, fabricada en FR4, con serigrafía y pistas de doble capa. Las dimensiones de la misma son de 135mm x 100mm.

2.1 Características de la pcb CNC CONTROL V0.1

La placa PCB desarrollada, basa su funcionamiento en el microcontrolador ATmega 328p. La comunicación de la interfaz con hardware y software externo se realiza mediante un puerto USB, para la comunicación entre el puerto y el ATmega 328p, se implementa un CI de adaptación de lógica USB a TTL, este CI es el CH340G, el cual realiza una transducción de señales de USART (comunicación a nivel microcontrolador) a USB (comunicación entre PC con una variedad de periféricos).
La placa CNC CONTROL V0.1 posee dos salidas de control a relé, que pueden activarse o

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

desactivarse desde la programación del controlador, además una de ellas acepta desactivación física mediante jumpers que permite el uso de esa salida del microcontrolador para control PWM. Ambos relés ofrecen cada uno dos contactos de salida, un NC (normal cerrado) y un NA (normal abierto).

Las salidas y entradas de la placa se realizan mediante borneras de 5.08mm de tipo block con tornillos, permitiendo la conexión de cables de entrada y salida a la misma, mediante la fijación por ajuste de los tornillos de cada E/S.

Se encuentran disponibles en la interfaz las siguientes E/S:

- 6 puertos de entrada ADC.
- 1 puerto de entrada analógica de referencia ANVcc.
- bornes de tierra de referencia para los valores lógicos GND.
- E/S dobles para referencias de limites extremos de la máquina (HARD LIMITS) las que al ser activadas realizan una parada de emergencia E-STOP o en modo HOMING definen los límites físicos espaciales de la maquina en los ejes X, Y, Z, cada entrada con borne GND para fácil conexión
- 1 entrada de Reset Externa / soft E- STOP, con borne de GND para conexión directa.

La alimentación lógica de la placa se realiza mediante la alimentación USB desde la PC de control lo que permite que la interfaz solo pueda realizar trabajos si es conectada a una PC y mediante la ejecución del programa de control de GRBL. La placa también puede emplearse como una placa de control autónoma (perdiendo el control de la misma desde la PC), conectándola a una alimentación regulada de 5V mediante la entrada USB.

Otra funcionalidad interesante que se planteó fue que, aunque la tarjeta funcione por puerto serial, realmente lo emula desde un puerto USB, por lo que se puede manejar desde cualquier PC portátil.

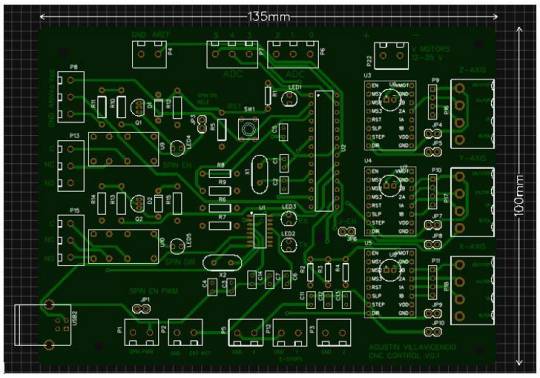


Figura 1. Modelo Digital de la PCB CNC CONTROL V0.1 desarrollada en EasyEDA.

En la Figura 1 puede observarse la PCB diseñada, en un modelo digital, el cual es el mismo que se envió para su fabricación.

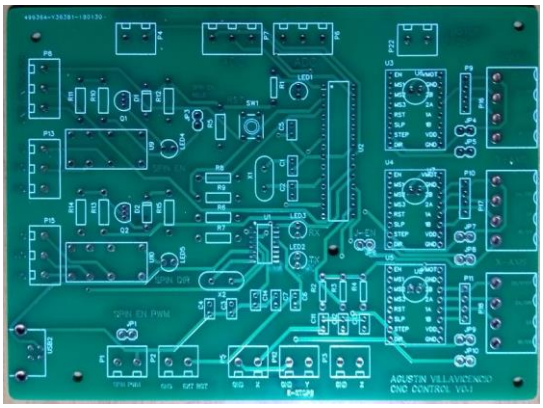


Figura 2. PCB CNC CONTROL V0.1, imagen de la placa desarrollada, sin componentes electrónicos.

2.2 Driver A4988

Para el control de la potencia y de los motores tipo paso a paso (PaP) se recurrió al uso de un driver específico para motores PaP bipolares, StepStick, basado en el chip A4988 de Allegro Electronics.

El chip A4988, es un driver (controlador) para motores paso a paso, que posee las características de ser un controlador con un transductor de señales lo que permite tener un modo de fácil operación. Está diseñado para operar motores bipolares paso a paso con alta precisión, con una capacidad de control de su salida de hasta 35Vdc y +-2 A, esto siempre que sea complementado con un adecuado

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

elemento disipador de calor. Este chip incluye el control mediante un regulador de corriente integrado el cual en conjunto con un potenciómetro externo permite regular la máxima salida de corriente.

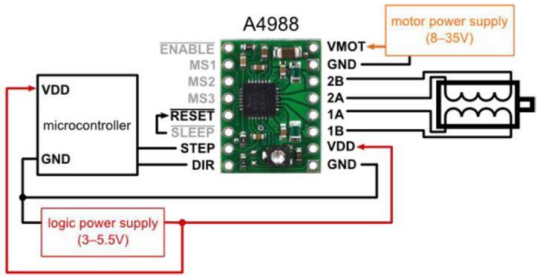


Figura 3. Imagen del integrado StepStick, basado en el chip A4988 de Allegro Electronics y su diagrama básico de conexión.

El chip A4988 permite una manera simple de control de motores paso a paso, mediante la acción de introducir un pulso en la entrada (STEP) y un valor lógico (DIR), que corresponden en este caso al generado por la programación del integrado ATmega328p, lo que produce que el motor pueda realizar un micro paso o un paso completo.

Este método de trabajo, permite eliminar la necesidad de implementar: tablas de secuencia de fase, líneas de control de alta frecuencia o interfaces de compleja programación. Es así que se pueden controlar los pasos, micro pasos y sentido de giro de un motor mediante este circuito integrado y la implementación de microcontroladores o controladores de una gama media.

2.2.1 Control

Cada pulso de entrada escalón, corresponde a un micro paso del motor paso a paso en la dirección seleccionada por el pin DIR. El integrado A4988 incorpora un traductor de señales para poder operarlo de manera simple y con un mínimo en la cantidad de líneas o cables de control.

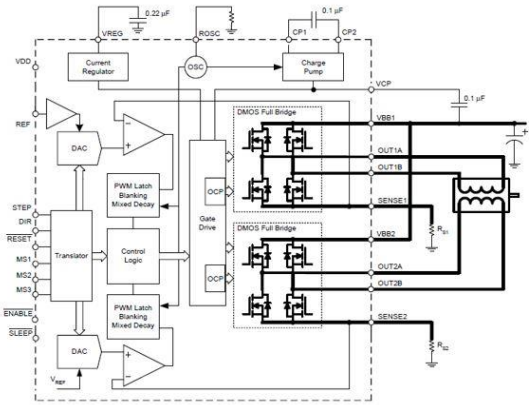


Figura 4. Diagrama de bloques del A4988 y ejemplo de conexionado.

Su diseño de arquitectura interior le permite operar motores paso a paso bipolares y unipolares, esta operación puede realizarse con ciclos de paso completo, medio paso, cuarto de paso, octavo de paso y dieciseisavos de paso. La corriente en cada uno de los puentes H de salida y en todos los FETs DMOS canal N es regulada con un circuito de tiempo muerto o tiempo inactivo fijo (fixed off-time) para el PWM (Modulación de Ancho del Pulso). En cada paso, la corriente de cada puente H es establecida por el valor de la corriente externa de sensado que atraviesa las resistencias correspondientes R_{s1} y R_{s2}, un voltaje de referencia V_{ref}, y por el voltaje del Conversor Analógico - Digital (DAC: Digital Analogic Converter), el cual es controlado por el traductor de señales digitales.

2.2.2 Limitación de corriente

Para lograr altas tasas de paso, la alimentación del motor es típicamente mucho más alta de lo que sería admisible sin limitación de corriente activa. Un motor paso a paso típico podría tener una clasificación de corriente máxima de 1 A con una resistencia de la bobina 5Ω, lo que indicaría una alimentación del motor máximo de 5 V. El uso de un motor de este tipo con 12 V permitiría tasas de paso superiores, pero la corriente debe estar activamente limitada a menos de 1 A para evitar daños en el motor.

El A4988 soporta limitación activa de corriente, permitiendo mediante un potenciómetro ajustar el límite de corriente El cambio de la tensión de la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

lógica, Vdd, a un valor diferente, cambiará el ajuste de límite de corriente porque el voltaje de referencia "Vref" es una función de Vdd.
La forma de establecer el límite de corriente es medir el voltaje en el pin "Vref" y calcular el límite de la corriente resultante (en base a las resistencias de sensado por ej. Rs=R100=0.1Ω). La hoja de datos del fabricante brinda la siguiente ecuación (1) para calcular el límite de corriente, relacionando la tensión de referencia y la resistencia de sensado, de la siguiente manera:
Límite de corriente:

$$I_{TripMAX} = V_{REF} / (8 \times R_S) \quad (1)$$

2.2.3Motores PaP y limitación de Corriente de los drivers.

Los motores paso a paso utilizados en la construcción del prototipo, tienen un voltaje nominal dado por el fabricante de 2.5 Vdc. Al someter los motores a un nivel de tensión mayor a 2.5 Vdc, ocasionará el calentamiento de los motores y así mismo, la reducción de su vida útil, si no se realiza una correcta limitación de corriente para la alimentación de 12Vdc que suministrará la fuente de alimentación del sistema.

Parámetro	Motor eje X	Motor eje Y	Motor eje Z
Tensión nominal [Vdc]	2.5 Vdc	2.5 Vdc	2.5 Vdc
Corriente máxima [Amp]	0.7 A	0.7 A	0.7 A
Ángulo de rotación [°/paso]	1.8°	1.8°	1.8°

Tabla 1. Motores PaP y características para cálculo de Vref.

El voltaje de referencia para los motores empleados se calculó en base, al límite de corriente de los motores el cual es de 0,7 A (por motor) con una Rs de 0.1 Ohm por driver.

$$V_{ref} = I_{TripMAX}(8 \times R_S) \times 0.7 = 0.504V \quad (2)$$

En el modo de paso completo, la corriente a través de las bobinas se limita a 70% del límite de corriente, por lo que para conseguir una corriente completa de bobina de 0.7A ($I_{TripMAX}$), que corresponde a una Vref = 0.504 V según se deduce de la ecuación dada por el fabricante del driver. Con este valor de voltaje de referencia se obtiene el óptimo desempeño de los motores PaP empleados.

2.3 Fuente de alimentación del sistema.

La fuente de alimentación del sistema, la cual abastece de tensión y corrientes continuas a todo el sistema eléctrico del prototipo, se compone de una fuente ATX, estos tipos de fuentes son altamente confiables, de fácil adquisición y costos relativamente bajos.
Con una fuente tipo ATX se dispone de múltiples salidas con diferentes niveles de tensión y corriente y además se dispone de un forzador de aire para contribuir a la refrigeración del circuito y sus componentes. En concreto se ha empleado el modelo ATX550 P4 de la marca NOGAnet, que ofrece una potencia de 550Watts, y además ofrece protección frente a una sobrecarga de corriente y/o a un cortocircuito.
Las principales características de la fuente ATX550 P4 pueden apreciarse en la figura 5:

Entrada		
Tensión de entrada	220-240 VAC	
Corriente Nominal de Entrada	4 a 8 A	
Frecuencia de entrada	50/60 Hz	
Potencia de consumo	550 W	
Salidas (Maximas Vcc)	Voltaje	Corriente
Salida cable naranja – negro (comun)	+3.3 V	25 A
Salida cable amarillo – negro (comun)	+12 V	27 A
Salida cable azul – negro (comun)	-12 V	0.5 A
Salida cable rojo – negro (comun)	+5V	27 A
Salida cable amarillo – azul (comun)		
Eficiencia	>70% a plena carga	
Temperatura de funcionamiento	0-40°C	
Protecciones	OVP (Sobrevoltaje) OCP (Sobretensión) SCP (Cortocircuito)	

Tabla 2. Principales características de la fuente ATX 550 P4

La fuente ATX550 P4 se encarga de alimentar los motores PAP (mediante los drivers A4988), el forzador de aire (cooler) y el electro-husillo. La alimentación de la misma se hace directamente desde la red de energía de 220V, con una protección eléctrica adicional que consta de una

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

llave termo magnética de 10A, Curva C10, de 3kV de poder de ruptura.
En las figuras 6 se observa la fuente montada en su correspondiente gabinete.

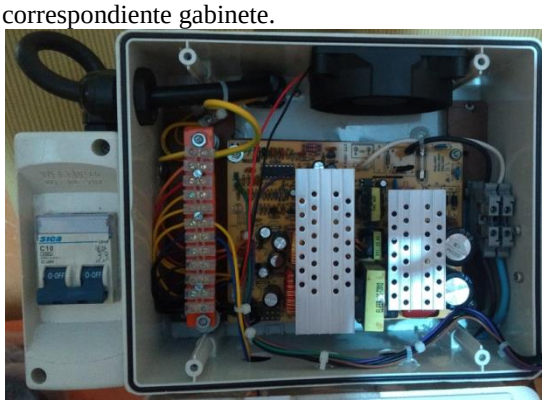


Figura 5. Fuente ATX550 P4 con sus correspondientes borneras de alimentación de 220V y salidas de Vcc. A la izquierda puede apreciarse la llave termo magnética

Para el control de la misma y señalización se adicionaron un interruptor de encendido apagado y dos indicadores luminosos, con los que se puede apreciar el sistema energizado y si la fuente se encuentra encendida. Obsérvese la figura 6.



Figura 6. Control y señalización de fuente de alimentación, y llave termo magnética de protección.

2.4 Estructura y prototipo montado.

La estructura que se seleccionó, para la construcción de la maquina CNC, es metálica realizada en placas estructurales de aluminio/ acero y aleaciones de aluminio, con barras de acero inoxidable y componentes específicos para la fabricación de sistemas CNC. Con las siguientes características técnicas:

- Tornillos de traslación: 8 mm de diámetro, de acero
- Acoplamientos flexibles de aluminio.
- Guías: varillas de cromo / acero inoxidable 12 mm
- Estructura de montaje (Frame Host): aluminio / aleación de aluminio, espesor 10 mm.
- Espesor de placas de AL/AA de 1,5 a 3mm.
- Velocidad de trabajo en cada eje: máxima velocidad 800 mm/ minuto.
- Área de trabajo XYZ: 200x200x140mm.
- Dimensiones: 450x400x450mm

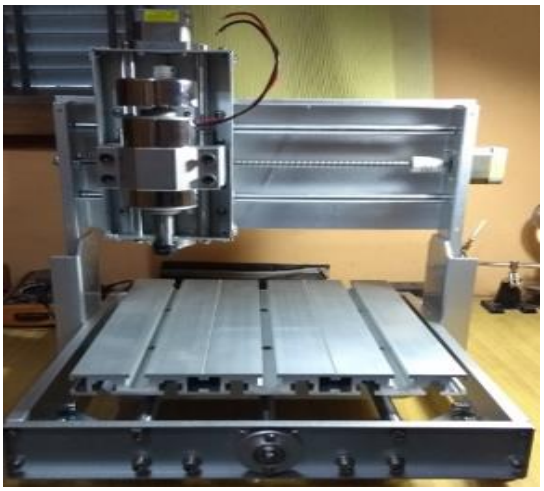


Figura 7. Imagen de la estructura con los motores PaP y electro- husillo montados.

2.4.1 Estructura montada y tablero de control

Para el montaje y conexiones eléctricas del sistema, se emplearon dos gabinetes eléctricos desarrollados en ABS blanco con retardador de llama, y mejorador de impacto, con un grado de protección IP65 e IP44 respectivamente, marcas Rocker y RC.



Figura 8. Tablero y estructura CNC con sus respectivas conexiones.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

En la figura 8, se aprecia la imagen exterior de los tableros y las conexiones del sistema a los motores y husillo eléctrico.
El gabinete desarrollado permite la interconexión de la placa de control CNC CONTROL V0.1 con los drivers A4988 montados, vinculándose a los motores paso a paso en la estructura por cableado externo, se provee así también conexiones a un pulsador de reset y un pulsador con retención de estado para parada de emergencia en el tablero en su parte exterior, como se puede apreciar en la figura 8. En la siguiente imagen, figura 9, se muestra un esquema funcional del sistema.

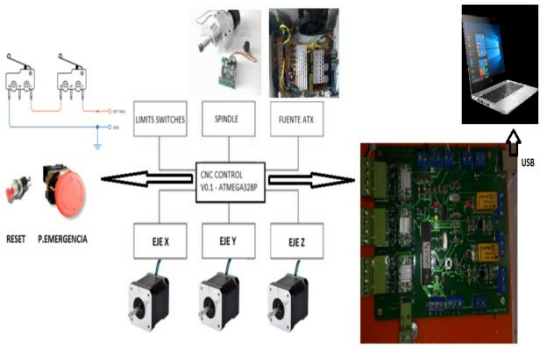


Figura 9. Esquema funcional del sistema.

2.5 Husillo eléctrico.

La herramienta adquirida para realizar el fresado de las pistas, es un husillo eléctrico que trabaja con alimentación de tensión continua, su desarrollo es específico para máquinas de fresado CNC, y es compatible con la estructura mecánica del prototipo. Sus principales características son las siguientes:

- Tensión de trabajo: de 12V a 48V DC
- Potencia: 300W
- Velocidad de rotación: 3000-12000RPM (12v-3000rpm,24V-6000rpm,36V-9000rpm, 48V-12000rpm)
- Esfuerzo de torsión: 230 mN.m
- Resistencia de aislamiento: > 2 Megohms
- Rigidez dieléctrica: 400V
- Diámetro: 52mm
- Longitud de la pieza: 175mm
- Diámetro del mandril (Eje Coller): 16mm
- Longitud del motor: 178mm (incluyendo piezas de agarre y motor)
- Pinza: de 1/8" Coller
- Precisión del husillo: 0.01-0.03mm
- Se puede utilizar para grabado de metal, no metal y otros materiales.
- Refrigeración por auto- forzado de aire.

La herramienta esta provista de un regulador de potencia con electrónica especifica de control de velocidad, que permite la activación / desactivación y variación de la velocidad de giro del husillo. El control de la electrónica se realiza por un potenciómetro, el cual está montado en el tablero de control, (ver figura 8).
3 procedimiento para Desarrollo de prototipos de PCB´s

Para el desarrollo de prototipos de PCB´s con la CNC implementada, se realizó una secuencia de trabajo en base a 3 programas informáticos, aplicando dos etapas diseño CAD/CAM y una etapa de salida a fabricación. Las mismas tienen el siguiente flujo de trabajo: realización de diseño de circuito en formato GERBER (formato de archivo que contiene toda la información necesaria para generar una pcb) en el programa EasyEDA (etapa CAD), parametrización física del archivo GERBER y conversión a lenguaje GCODE en el software FlatCAM (etapa CAM), envío de GCODE a la electrónica de control mediante el software interfaz de usuario: Universal Gcode Sender.

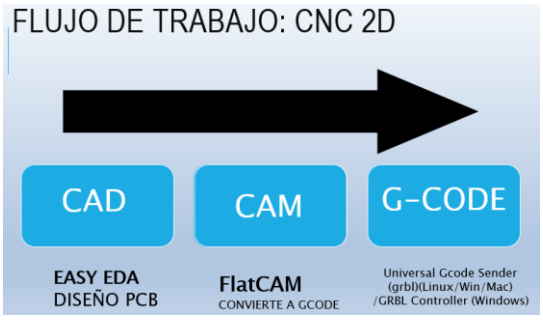


Figura 10. Flujo de trabajo para desarrollo de un prototipo de PCB.

Se presenta a continuación el resultado de un diseño parametrizado en FlatCAM, y el resultado del trazado de las pistas mediante la CNC.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

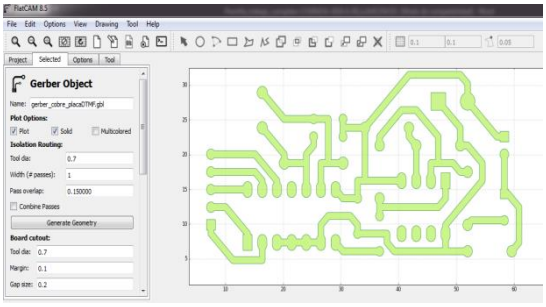


Figura 11. Diseño de una PCB parametrizada en FlatCAM.

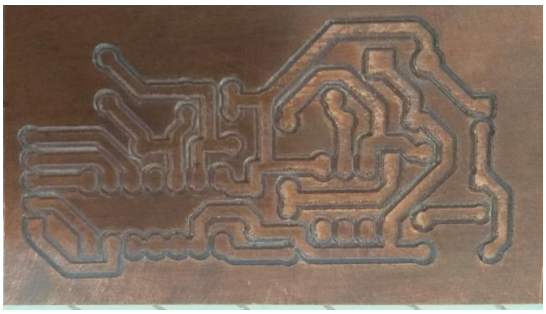


Figura 12. Diseño parametrizado en FlatCAM y trazado realizado por el prototipo de CNC desarrollado.

Mediante las etapas anteriores, se llega a la obtención de prototipos de PCB de una cara, realizadas por la CNC desarrollada en el proyecto. La misma se puede observar en las imágenes anteriores, figura 12, obteniendo un ruteo de pistas de calidad y un gran nivel de precisión.

3 CONCLUSIONES

Como resultado del desarrollo del proyecto se construyó a un prototipo de máquina herramienta con tres ejes, movidos cada uno por su correspondiente motor paso a paso. Los motores son controlados mediante la interfaz diseñada y fabricada para tal fin, la pcb CNC CONTROL V0.1. A través del puerto USB en el sistema operativo Windows en tiempo real, mediante el software / interfaz de usuario UGS, que realiza el control de la fresa CNC. El firmware GRBL instalado en el microcontrolador ATmega328p, principal componente de la PCB de control, procesa el formato de coordenadas en códigos G. Primero se crea el circuito en cualquier software de diseño CAD en nuestro caso EasyEDA, obteniendo un archivo Gerber. Con el prototipo terminado se parametrizo con la herramienta FlatCAM. La salida para ruteo de las pistas se envía mediante el software UGS, obteniendo una PCB de calidad y buena precisión. El desempeño del prototipo de máquina CNC es idóneo para realizar el fresado de las placas de cobre para fabricar circuitos impresos de una cara, para desarrollos didácticos. Se propone realizar mejoras y pruebas futuras sobre la máquina para optimizar su funcionamiento y así elevar la calidad de los futuros desarrollos de PCB´s con la misma.

4 REFERENCIAS.

Acuna, F., Gordon, A., y Núñez, W. (2013). Design and implementation of a prototype lathe milling of computer numerical control. En Ii international congress of engineering mechatronics and automation (ciima).

Breaz, R., y Racz, G. (2012). Motion control of medium size cnc machine-tools-a hands-on approach. En 7th ieee conference on industrial electronics and applications (iciea).

Cubides, H. H. R., y Heredia, L. C. S. (2013). Prototipo de maquinado para fabricación de circuitos impresos con fresadora. Tercer congreso virtual microcontroladores y sus aplicaciones.

Home. Grbl/grbl-Wiki.GitHub https://github.com/grbl/grbl/wiki (2018)

FlatCAM: PCB Prototyping CAD/CAM flatcam.org/ (2018)

Como-crear-gcode-para-fresar-pcbs http://diwo.bq.com/como-crear-gcode-para-fresar-pcbs (2018).

EasyEDA: Tutorial https://docs.easyeda.com/en/Introduction/Introduction-to-EasyEDA/index.html (2017)

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Modelos de formulación de trabajos finales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy

Cruz, Enrique N.[1], Koeltzsch, Grit K.[2] y González, Soledad C.[3]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.
(2) Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Jujuy.
(3) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.
profecruz@yahoo.com.ar

RESUMEN: En esta ponencia se analizan 300 trabajos finales de grado y posgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, para establecer la existencia de modelos en su formulación, y detectar particularidades en esta área de conocimiento científico y tecnológico. Mediante una metodología de interpretación cualitativa, se determinó la hipótesis que los trabajos finales de esta facultad reconocen un modelo de división en etapas, tienen aspectos específicos, y una particular secuencia de formulación del proyecto, realización de la investigación y elaboración del informe final.

ABSTRACT: This paper analyses 300 graduate and postgraduate final works at the Faculty of Engineering, National University of Jujuy, in order to establish the existence of models in its formulation, and to detect particularities in this area of scientific and technological knowledge. By means of a methodology of qualitative interpretation, we sustain the hypothesis that the final works of this faculty recognize a model of division in stages, they have specific aspects, and a particular sequence of project design, research accomplishment and final report preparation.

Palabras claves: Informes, Metodología investigación, Ingeniería

Keywords: Reports, Research Methodology, Engineering

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCION

En las carreras de grado y los posgrado cursados y dictados por docentes investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu), se han detectado en un proyecto de investigación (Vargas, et. al., 2014), y en la consultoría realizada entre 2015 y 2017 para más de 15 docentes estudiantes de posgrado en el en marco de un PROMINF; que alumnos de grado y posgrado tienen dificultades en la elaboración de los trabajos finales.

Para precisar el diagnóstico de esta problemática, se evaluó el análisis de la conclusión exitosa de los trabajos finales de grado y posgrado salvaguardados en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería desde su creación en 1981 a la actualidad de 2018, para de esta manera establecer la existencia o no de modelos de formulación, y detectar particularidades en su elaboración.

Esta indagación en particular se encuadra en el trabajo de investigación realizado en el Proyecto de investigación D/0143 de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la UNJu, que considera en general que se necesita evaluar metodologías de enseñanza de la investigación científica (Kuckartz, 2014) y diseñar TIC para la enseñanza en nivel educativo superior.

2 DESARROLLO

El objetivo de la investigación realizada fue analizar los trabajos finales (TF) presentados por alumnos de grado y por docentes posgraduados de la Facultad de Ingeniería de la UNJu, para establecer la existencia de modelos de formulación y detectar particularidades propias de esta área científica y educativa. Para ello se apeló a un registro cuantitativo de todos los TF salvaguardados en la Biblioteca de la facultad, y a un análisis cualitativa formal e interpretativo de su contenidos (Gil Flores, 1994). Obteniéndose como resultado el establecimiento de un modelo de formulación de TF (grado y posgrado), que presenta particularidades que inciden en su formulación, elaboración y proyección profesional de los graduados y posgraduados.

El contexto institucional del universo de estudio e investigación se trata de una Facultad de Ingeniería en la Universidad Nacional de Jujuy que también cuenta con las Facultades de Ciencias Agrarias, Humanidades y Ciencias Sociales, y Ciencias Económicas. Como población, se consideraron todos los trabajos salvaguardados en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería, para un total registrado desde el año 1981 a la fecha de 2018, de 265 TF de grado y 35 de posgrado. Trabajos finales de grado reglamentados por planes de estudio que arrancando en el año 1996, han registrado modificaciones en los años 2001, 2007 y 2010.

Tabla 1. TF de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Carrera	TF
Licenciatura en Sistema	28
Licenciatura en Enseñanza de la Química	1
Licenciatura en Ciencias Geológicas	5
Licenciatura en Tecnología de los Alimentos	23
Ingeniería Industrial	30
Ingeniería Química	53
Ingeniería Informática	111
Ingeniería en Minas	13
Ingeniería Metalúrgica	1
Total	265

Tabla 2. TF de posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Carrera	TF
Especialización	19
Maestría	5
Doctorado	11
Total	35

En el caso de los TF de posgrado, algunos corresponden a carreras impartidas en la facultad (por ejemplo Especialización en Vinculación Tecnológica), y otros son copias donadas a la biblioteca por docentes de la misma institución. Por otro lado, los TF de grado salvaguardados en la biblioteca no necesariamente corresponden al total de TF presentados por los estudiantes para graduarse, esto a pesar de que así lo indican las distintas reglamentaciones de los planes de

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

estudio. A pesar de estas dos cuestiones, la muestra elaborada se considera útil para el análisis que pretendemos realizar, porque es suficiente en relación a la variedad y representatividad de todas las carreras de grado y gran parte de los posgrados realizados por los docentes de la facultad.

Para analizar comparativamente la plétora de TF, se realizó un agrupamiento en base al carácter de científico y tecnológico, y otro en base a la denominación institucional. El primero estableció los siguientes tipos considerando en la clasificación las relaciones entre ciencia básica, ciencia aplica y técnica (Bunge, 1997): Trabajo de investigación Científica (I), incluyendo investigación científica básica e investigación aplicada; Trabajos de investigación y desarrollo experimental (I+D); Trabajos de desarrollo tecnológico (D+T); y Trabajos y proyectos de inversión (I+E).

El segundo agrupamiento se realizó teniendo en cuenta los múltiples contextos sociológicos (institucional, académico de pares y profesional) que entran a jugar en la producción científica (Knorr Cetina, 2005). Lo que dio lugar en el caso analizado a las siguientes denominaciones: tesis de licenciatura, trabajo final para licenciatura, trabajo para título de grado, trabajo final de grado, proyecto final de grado, proyecto final y proyecto. A partir de esto se establecieron como criterios formales para establecer la comparación sobre la muestra el título del TF, la denominación, la cantidad de autores, la institución, tipo de investigación científica y desarrollo tecnológico (I+D, D+T, I+E), categoría académica, tipo de encuadernación y bibliografía (cantidad y calidad). Como criterios interpretativos, las partes, la secuencia y relaciones de los contenidos, y los significados asignados de los TF.

Tabla 3. Resumen de contenidos de TF de grado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Tesis licenciatura	Proyecto final	Trabajo final grado
Agradecimiento y dedicatoria	No consigna	Agradecimiento y dedicatoria
Presentación en reunion científica	Resumen o síntesis	Resumen ejecutivo
Indices	Normativa legal	No consigna
Siglas utilizadas	Introducción	Introducción
Resumen	Estudio de mercado	No consigna
Introducción	Tamaño y localización	No consigna
Materiales y métodos	Métodos, técnicas, proceso	Desarrollo
Resultados y discusiones	Ingeniería del proyecto	Evaluación
Conclusión	Evaluación	Conclusión
Bibliografía	Bibliografía	Bibliografía
Anexo	Anexo	No consigna

Tabla 4. Resumen de contenidos de TF de posgrado, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy (1981-2018).

Tesis maestría	Tesis doctoral
Agradecimiento y dedicatoria	Agradecimiento y dedicatoria
Glosario	Presentación en reunion científica
Resumen	Índices
Introducción	Resumen
Análisis e investigación	Introducción
Desarrollo experimental, estudio de mercado	Antecedentes del tema
Ingeniería del proyecto	Materiales y métodos
Evaluación	Resultados y discusiones
Gestión ambiental	Conclusiones
Conclusión	Bibliografía
Bibliografía	Conclusiones generales
No consigna	Proyecciones
Anexo	Apéndice

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3 RESULTADOS

El análisis comparativo de la muestra de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, ha permitido establecer la existencia de un modelo de TF estructurado en "Etapas".

3.1 Etapa 1. Análisis e investigación

El análisis e investigación es la primera etapa en los TF. Su importancia radica en que allí se elige el tema, se lo problematiza y se lo resuelve a través de un estudio que llenara todas las siguientes y dentro del cual lo primero es la determinación del problema, distinguiéndose entre el problema conceptual y el problema práctico.
A continuación sigue la realización del "Análisis e investigación" propiamente dicho, como un conjunto de tareas que en algunos TF se sintetizan con el concepto de "Investigación". Las tareas acá consisten en descomponer el problema en cuestión en todas sus partes constitutivas, realizando una previa o conjunta identificación de los elementos y de las mutuas relaciones y circunstancias concretas en donde aparece el problema.

3.2 Etapa 2. Diseño

Elaborado y formulado el problema, y analizadas e investigadas las distintas respuestas dadas a la solución planteada a partir del mismo análisis e investigación (y de ellas seleccionada una o inventada una de ellas), sigue en secuencia la etapa del "Diseño" en que se considera la realización de dos tareas: una primera de toma de decisión, y la segunda, de elaboración proyectual de la respuesta dada a la solución analizada e investigada en la etapa precedente.
Luego del "Diseño", sigue la "Elaboración proyectual", que es la concepción y realización del sistema intencional de acciones capaces de transformar objetos concretos de forma eficiente, para conseguir un objetivo que se considera valioso, es decir: concebir un sistema técnico. Así se bosqueja la alternativa seleccionada y especifican la forma, características y dimensiones. Especificaciones que se hacen para ser comprendidas por cualquier persona. Explicitándose los elementos, medios, y costos a cubrir.

3.3 Etapa 3. Organización

En esta etapa se elabora la información que se necesita para resolver el problema, por eso es que en alguno TF se conoce también como "Estado del arte" o "Estado de la cuestión". Se especifican las tareas que hay que llevar a cabo, quien y como las realizaran, cual es la secuencia para terminar más, mejor y eficazmente la tarea; y finalmente, se aclara si se pueden realizar simultáneamente.
En esta etapa también se explicita y desarrolla en detalle la metodología (elegida y elaborada a partir del estado de la cuestión o estado del arte) que se utilizará en el proyecto científico y tecnológico. Distinguiéndose a veces la metodología, del marco teórico y las técnicas.

3.4 Etapa 4. Realización

En función de lo establecido y determinado en la etapa anterior de "Organización", se realizan las tareas establecidas. En particular, lo que se elabora es el desarrollo y puesta a prueba del método y las técnicas elaboradas en virtud del marco teórico, se haya o no explicitado este. La etapa de la realización, por lo general, corresponde casi exclusivamente a los TF de desarrollo tecnológico, más que a los TF de investigación y desarrollo experimental, pues estos segundos más bien completan su trabajo en la etapa anterior y de allí pasan a la siguiente de "Evaluación".
En los TF de servicios o transferencia tecnológica o proyecto de desarrollo tecnológico (D+T), esta etapa corresponde por lo general a lo que se conoce como "Ingeniería" del proyecto. Consta como tal una presentación de tipo justificativa y de fundamentación del trabajo, producto o servicio a desarrollar, realizada en base a la "historia" de la tecnología de fabricación del producto o del servicio a desarrollar. A continuación sigue la descripción más o menos detallada del proceso de fabricación del producto con una selección de los equipos necesarios para su fabricación, y una descripción analítica del lugar y ubicación de la planta de producción. "Ingeniería" del proyecto que también puede comprender los cálculos teóricos y de diseño del equipo en cuestión, y para la fabricación del producto. Finalmente, la "Ingeniería" del proyecto termina con una explicitación de los sistemas de control y regulación y una conclusión vinculada a la propia ingeniería.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3.5 Etapa 5. Evaluación

En esta etapa se evalúa el resultado de la organización y de la realización del proyecto, teniendo en cuenta si se solucionó el problema, si tiene fallas y cuáles son, como se puede mejorar y como hacer efectiva las mejoras. Específicamente se propone y realiza una evaluación interna que toma en consideración factores relacionados con la eficiencia, y una externa respecto de la utilidad o valor que el diseño tiene para el usuario o la sociedad en conjunto.

La evaluación pretende medir objetivamente ciertas magnitudes en torno a las cuestiones de las ventajas o desventajas cualitativas y cuantitativas que traería aparejado el proyecto. Considerándose también una evaluación del marco de la realidad económica y social e institucional vigente en la realidad de un país, la evaluación social que compara los beneficios y costos que el desarrollo del proyecto tiene para la comunidad, y evaluaciones de beneficios y costos de carácter intangibles, así como las externalidades vinculadas a cuestiones ecológicas y culturales (Sapag Chain y Sapag Chain, 2003).

4 CONCLUSIÓN Y BIBLIOGRAFÍA

No se reconoce esta parte de los TF como una etapa, porque existe una marcada relevancia asignada a la etapa evaluativa. El registro de la conclusión consiste en una presentación analítica del estudio o del desarrollo tecnológico realizado, a veces señalando la continuidad del proyecto y planteando trabajos futuros a partir del descubrimiento, revisión o estudio, o de la innovación propuesta y realizada.

En cuanto a la bibliografía, tampoco se considera una instancia relevante, sino como "Referencia" bibliográfica directa y específica del estudio realizado, el método y técnicas seleccionadas, y de los trabajos referentes a la fabricación e ingeniería del producto, y también textos correspondientes a la evaluación económica.

5 CONCLUSIONES

El análisis comparativo de los TF de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, ha permitido concluir con las siguientes cuestiones. Se ha determinado que la praxis desarrollada en la muestra desde 1981 a 2018 ha dado lugar a un *habitus* académico (Bourdieu, 1977; 2008) de elaboración de TF por medio de "Etapas" en las que se distingue el relevante lugar de la "Evaluación". También se registra la posibilidad de un trabajo colaborativo y el reconocimiento de instancias de validación/evaluación previas a su presentación y defensa institucional. Otros dos aspectos es que la tradicional secuencia de los TF de tema-proyecto-investigación-tesis, es reemplazada por otra que relativiza el lugar del proyecto. Finalmente la no consideración de la bibliografía como una "Etapa", genera una minusvaloración de esta parte relevante en todo TF de grado y posgrado del área de las ingenierías (Weatherford, 2016).

6 REFERENCIAS

Bourdieu, P., Outline of a theory of practice, Cambridge University Press, Cambridge, 1977.

Bourdieu, P. Homo academicus, Siglo XXI editores, Buenos Aires, 2008.

Bunge, M., Ciencia, Técnica y Desarrollo, Sudamericana, Buenos Aires, 1997.

Gil Flores, J., Análisis de datos cualitativos. Aplicaciones a la investigación educativa, Edit. PPU, Barcelona, 1994.

Knorr Cetina, K., La fabricación del conocimiento. Un ensayo sobre el carácter constructivista y contextual de la ciencia, Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, 2005.

Kuckartz, U., Mixed Methods. Methodologie, Forschungsdesigns und Analyseverfahren, Springer VS, Wiesbaden, 2014.

Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R., Preparación y evaluación de proyectos, McGraw-Hill Interamericana, México DF, 2003.

Vargas, A., Cruz, E. N. y Sánchez Rivero, D., Producción y uso social de la investigación científica y tecnológica. Los proyectos de I-D de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy (1980-2011), Jujuy, Informe final F4, Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy, inédito, Jujuy, 2014.

Weatherford, D.-J., Technical Writing for Engineering Professionals, OK: PennWell Books, Tulsa, 2016.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

El aula extendida: una experiencia innovadora en Elementos de Álgebra Lineal para las ingenierías de la FACET UNT

Plaza, Lilian N.[1] y Barón, Patricia V.[1].

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT).
nplaza@herrera.unt.edu.ar; pbaron@herrera.unt.edu.ar;

RESUMEN: Presentamos una experiencia de cátedra relacionada con el diseño e implementación de la plataforma MOODLE como aula extendida, un entorno virtual de aprendizaje para los alumnos de la asignatura Elementos de Álgebra Lineal del segundo cuatrimestre del primer año de carreras de ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. El uso de MOODLE ofrece un entorno virtual amigable para el desarrollo de actividades complementarias a las clases presenciales y permite un mayor acercamiento docente-estudiante. Nuestro objetivo fue contribuir a mejorar la regularización y promoción de la asignatura, diseñando material didáctico propio y acercando recursos web de otras fuentes. Se presentarán los resultados de la experiencia de cinco semestres consecutivos, los aspectos metodológicos de la implementación y los cambios introducidos de un semestre a otro. En los últimos años observamos la necesidad de implementar las TIC en la universidad. Esto representa un cambio de paradigmas desde el tradicional que sólo utilizaba recursos físicos (pizarrón, libros, apuntes) a este nuevo escenario donde se nos plantean desafíos técnicos y pedagógicos a los que debemos responder. Los roles de docentes, estudiantes e instituciones están cambiando, y estamos inmersos en un camino ilimitado para formar profesionales con nuevas y mejores competencias.

ABSTRACT: We present a teaching experience related to design and implementation of the MOODLE platform as an extended classroom, a virtual learning environment for students who take the subject "Elements of Linear Algebra" on the second half of the first year in the Engineering careers at Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología. Using MOODLE offers a friendly virtual environment for the developing of complementary activities to the face- to- face classes, and allows a further close-up between teachers and students. Our goal was to help regularize and promote the subject, designing our own teaching material and bringing in other web resources. The results of five consecutive semesters will be presented, the methodological aspects of the implementation and the changes made from one semester to another. Over the last few years we have observed the need to implement TIC (Information and Communication Technologies) in the university. This represents a paradigm shift from the traditional one which only used physical resources (blackboard, books and notes) to this new scenario where we are presented with technical and pedagogical challenges to solve. Teachers, students and institutions' roles are changing, and we are immersed in an unlimited path to educate professionals with new and better competencies.

Palabras claves: Álgebra , MOODLE, ingeniería, educación

Keywords: Algebra, MOODLE, Engineering, education

1 INTRODUCCIÓN

Las autoras nos desempeñamos como docentes auxiliares de la Cátedra de Elementos de Álgebra Lineal y Geometría Analítica de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán (FACET-UNT). Nuestra cátedra está a cargo, entre otras, de dos materias cuatrimestrales correspondientes al primer y segundo semestre de 1er año de todas las ingenierías, lo que nos da la categoría de "cátedra masiva" pues recibimos alrededor de 1100 alumnos en el primer semestre y alrededor de 500 en la segunda parte del año.

La materia "Elementos de Álgebra Lineal" corresponde al segundo semestre de primer año y recibe en su mayoría a los estudiantes que acaban de cursar "Álgebra y Geometría Analítica" y hasta hace unos años, alrededor de un 32% de recursantes de años anteriores.

Esta situación nos llevó como Cátedra a diseñar nuevas estrategias pedagógicas para conseguir mayor cantidad de estudiantes con cursado exitoso (sin repetición).

Analizando los datos internos de la Cátedra, pudimos catalogar a los alumnos recursantes en:

- Estudiantes que no lograron regularizar por desaprobar los parciales y las instancias recuperatorias (situación que presentan más del 50% de los recursantes).
- Estudiantes que habiendo regularizado, tenían los 3 aplazos permitidos en exámenes finales y perdieron su condición de regulares.
- Estudiantes que habiendo regularizado, no habían agotado todas las instancias de examen final y se les había vencido la regularidad adquirida.

Se decidió entonces introducir dos innovaciones muy importantes: introducir el uso de la plataforma MOODLE para mejorar la comunicación e intercambio de saberes con los alumnos nativos digitales y modificar el régimen de la materia hacia uno que contemple la promoción de la misma. Se pretendía mejorar el aprendizaje del contenido, contribuir a desarrollar las competencias tecnológicas de nuestros estudiantes y al mismo tiempo evitar que los alumnos que lograran regularizar fracasaran posteriormente en los exámenes finales.

En un principio se hizo un uso muy reducido de la potencialidad de MOODLE, pero año a año fueron introduciéndose modificaciones para ampliar el intercambio de los docentes de la Cátedra con los estudiantes, de ellos con el material de estudio y de los estudiantes entre sí.

2 MARCO CONCEPTUAL

Paradigma en conflicto

Hasta el 2013 nuestro trabajo docente consistía en continuar el modelo tradicional de enseñanza: masivas clases teóricas con desarrollo de ejemplos, clases prácticas donde cada docente de comisión resolvía en pizarrón algunos ejercicios modelo y se dejaba un tiempo (corto) de la clase para el trabajo individual del alumno con el material de Cátedra. La comunicación docente-alumno fuera del horario de clases presenciales se hacía a través de la cartelería expuesta en la puerta de las oficinas de la Cátedra o bien atención personal si el alumno se acercaba a hacer alguna pregunta. Es decir, una comunicación asincrónica y unidireccional.

A partir de la propuesta de la facultad, en 2011, de introducir el uso de la plataforma virtual MOODLE (Entorno de Aprendizaje Modular y Dinámico Orientado a Objetos) en las materias de grado surgió en nosotras la idea de combinar la enseñanza presencial, que veníamos llevando a cabo, con el modelo de enseñanza aprendizaje apoyado en las TIC. Tomamos la pregunta de García Areito (2012): *¿podría una formación universitaria moderna reducirse exclusivamente al contacto profesor-alumno en el aula?* Y a esta inquietud la fuimos trabajando desde nuestra realidad y complejizando: ¿podrá la introducción de las TIC propiciar una mejor comunicación con los alumnos? ¿La introducción de un "aula virtual" significará más trabajo para las docentes? ¿Podrán los alumnos de primer año aprovechar lo mejor posible esta nueva herramienta para mejorar sus resultados académicos? ¿Se puede mantener la calidad y exigencia de la formación con el nuevo paradigma? ¿Se puede aplicar este paradigma en una asignatura de casi 600 alumnos, de manera exitosa?

Estábamos frente a un cambio de concepción del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el cual no estábamos seguras de poder enfrentar. Hacer la transición desde el paradigma tradicional hacia un paradigma que contemple el aprendizaje constructivista, implicaba introducir muchos cambios para lograr lo que Jonassen, citado por Osorio Gómez (2009) llamó "ambientes constructivistas de aprendizaje". Entre las

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

características que poseen estos ambientes, nos interesaban las siguientes:

- Los ambientes de aprendizaje constructivista proveen múltiples representaciones de la realidad.
- Los ambientes de aprendizaje constructivista enfatizan la construcción de conocimiento en lugar de la reproducción de conocimiento.
- Los ambientes de aprendizaje constructivistas promueven y motivan la reflexión sobre la experiencia.
- Los ambientes de aprendizaje constructivistas apoyan la construcción colaborativa de conocimiento a través de la negociación social, y no por la competencia entre los aprendices.

Planteada entonces la necesidad de introducir cambios, nos dispusimos al diseño de la página, de los materiales y de los tiempos extra clases que necesitaríamos para atender las nuevas necesidades.

Aula Extendida

La plataforma virtual MOODLE es una herramienta de gestión del aprendizaje de distribución libre en la cual diseñamos el aula virtual de nuestra asignatura en el año 2013. Según Área M., San Nicolás y Fariña V. (2010), se identifican tres grandes modelos de aulas virtuales en la docencia, en función del grado de presencialidad en la interacción entre profesor y alumnos: *docencia presencial con internet, docencia semipresencial* y *docencia a distancia*. Nosotras comenzamos en 2013 en lo que se define como "docencia presencial con internet" con un uso reducido de la potencialidad del aula virtual, pensándola como un complemento a la actividad docente tradicional. Principalmente el aula se usaba para transmitir la información concerniente al cursado (fecha de inicio, de parciales, cambios de aulas), el programa de la asignatura y los horarios de consulta. El foro era usado mayormente de manera unidireccional (de docente hacia los alumnos) porque la participación de los estudiantes era muy baja. El grado de involucramiento de los docentes de la cátedra era muy bajo también. De los 12 docentes, sólo 2 teníamos tareas asignadas en la página, supervisadas por la docente titular.

Luego de la primera implementación se tomaron una serie de decisiones que nos acercaban a un mejor uso del aula virtual, apuntando a que deje de ser una tabla de anuncios virtual y se convierta en un espacio que complemente a la presencialidad. Se involucró a toda la cátedra en el diseño de materiales específicos de la asignatura y en los turnos de atención de los foros de consulta.
Estábamos en la búsqueda de "buenas prácticas educativas" en los términos de Chickering y Gamson (1987):

a) Promover las relaciones entre profesores y alumnos
b) Desarrollar dinámicas de cooperación entre alumnos.
c) Aplicar técnicas activas para el aprendizaje.
d) Permitir procesos de retroalimentación.
e) Enfatizar el tiempo de dedicación a la tarea.
f) Comunicar altas expectativas.
g) Respetar la diversidad de formas de aprender.

Las dos primeras se podían trabajar a través de los foros y de la mensajería interna del aula, un gran desafío dado la relación alumnos/docentes en cátedras masivas. El aprendizaje activo y la retroalimentación se pueden obtener ofreciendo una variedad de actividades paralelas a la presencialidad dentro del aula virtual, es decir que debíamos comunicar a los alumnos que los tiempos de dedicación a la asignatura iban más allá de las 5 horas semanales. El esfuerzo sería de docentes y estudiantes a la vez.

3 DISEÑO E IMPLEMENTACION

La primera versión del aula virtual

Anteriormente a la implementación del aula virtual de la asignatura "Elementos de Álgebra Lineal", entre 2011 y 2012 los docentes del Departamento de Matemática nos involucramos en diversos talleres y cursos de capacitación sobre educación a distancia, enseñanza en entornos virtuales, aprendizaje mediado por TIC, web 2.0 entre otros.
Luego de asistir a las capacitaciones y reflexionar sobre nuestras prácticas, nos decidimos a empezar en el 2do cuatrimestre de 2013 con un aula anclada en el sitio FACET Virtual (www.facetvirtual.unt.edu.ar), desarrollado por el Centro de Educación a Distancia e Investigación

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

en Tecnologías Educativas (CEDITE) que forma parte de nuestra facultad.
A continuación pueden compararse los resultados de los años 2012 al 2014, con y sin aula virtual de la asignatura y con los cambios de régimen de la materia que se dieron en esos años.

Tabla 1. Porcentaje de alumnos regulares antes y durante las primeras implementaciones.

Año	Aula Virtual	Promoción	% de Regulares
2012	No	Si	58
2013	Si	No	71
2014	Si	No	60

Como puede observarse, el primer año de la implementación del aula virtual el aumento en el porcentaje de alumnos regulares fue significativo. Sin embargo, esto no puede asociarse exclusivamente con la implementación, ya que hubo también un cambio en el régimen de la materia. En el año 2012 la asignatura había sido promocional, pero por cuestiones presupuestarias no pudo repetirse ese régimen en 2013. Este detalle provocó que tuviéramos muy buenos resultados dado que el remanente de alumnos de 2012 que no habían llegado a promocionar, optaron por recursar en 2013 en la esperanza que fuera promocional nuevamente. A las claras se ve que este cambio de régimen incide muy fuertemente puesto que en 2014 los resultados de 2013 no se repitieron. Cabe destacar que, de todos modos, los resultados fueron mejores en 2014 que en 2012.
Analizando estos resultados, durante 2015 se tomaron una serie de estrategias para tratar de sostener y mejorar el porcentaje de alumnos regulares. Nos dedicamos al diseño de materiales y actividades para mejorar la comprensión de los contenidos por parte de los estudiantes y para complementar los conceptos trabajados en clase a través de actividades virtuales.
La primera decisión importante fue volver al régimen promocional, pero no volver al del 2012 sino hacer los ajustes que la cantidad de docentes disponibles y las instalaciones edilicias podían permitir:

- Se dejaron de lado las clases prácticas magistrales
- Se auspició un cambio actitudinal en el alumno para involucrarlo en un proceso de aprendizaje autónomo.

Las decisiones disciplinares que se tomaron en este proceso fueron:

- Se revisaron y reorganizaron los materiales disponibles en el aula para mejorar la accesibilidad de los alumnos.
- Se diseñaron y agregaron materiales nuevos en cada unidad temática.
- El tipo de preguntas a introducir en los auto-evaluativos debían invitar a la reflexión del alumno sobre lo aprendido antes que repetirlo desde la memoria.

A tono con estas decisiones pedagógicas y disciplinares, las decisiones tecnológicas en el aula virtual fueron las siguientes:

- Se definió el aula virtual como aula extendida, es decir, el régimen sería netamente presencial con apoyo de TIC.
- Se volvió a dar realce a los foros de consulta virtuales, para mejorar la retroalimentación entre estudiantes y docentes.
- Se introdujeron auto-evaluativos de resolución no obligatoria para revisar los conceptos teóricos.

El aula extendida del 2015
El aula extendida se convirtió en un lugar "de entrada obligatoria": uno de los requisitos para promocionar era inscribirse en el aula virtual con la clave que se les asignara según la carrera. En la virtualidad los estudiantes podían acceder para leer, guardar y/o descargar: el material teórico, los ejercicios resueltos con todo detalle, participar de los foros de "Novedades" y de "Consultas y dudas" (que se respondían dentro de las 24 horas).
Se introdujeron dos elementos que en las implementaciones anteriores no habíamos utilizado: el uso del "banco de preguntas" para generar auto-evaluativos que debían resolverse al final de cada unidad temática y la introducción en el foro de consultas de preguntas elaboradas por las docentes en un intento por alentar una mayor participación y discusión entre estudiantes.
En la presencialidad, las clases teóricas (con desarrollo de ejemplos) seguían siendo magistrales pero se complementaban en la virtualidad con la disposición en el aula, del material teórico. De ese modo el alumno podía asistir a las clases con el material impreso y seguir más atentamente la clase o preguntar las dudas en el momento. La estrategia consistió en hacer que la virtualidad provoque un mayor aprovechamiento de la clase presencial.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Cada clase práctica iniciaba indicándoles a los alumnos cuáles problemas podían resolver según lo desarrollado en las clases teóricas, remarcándoles aquellos que al final de la clase serían discutidos entre todos. En una misma aula, 3 docentes (para 130 a 180 alumnos, según la comisión) tenían la tarea de guiar a los estudiantes en la resolución de los ejercicios, indicando los conceptos previos necesarios, el uso del lenguaje simbólico, las estrategias de resolución, la verificación de resultados y la coherencia en las respuestas. La actitud del alumno era el motor de su aprendizaje y el docente estaba en un segundo plano, guiándolo en este proceso.
El contacto presencial con los estudiantes se completaba en las clases de consulta, donde los alumnos podían hacer preguntas de todo tipo.

4 CONCLUSIONES

Hemos iniciado como integrantes de esta Cátedra un camino hacia la semipresencialidad que no podemos más que seguir recorriendo.
El proceso de enseñanza aprendizaje que entrelaza la presencialidad y la virtualidad es una modalidad ideal para los estudiantes que tenemos en los inicios de este siglo XXI. Dejar de lado la apatía de algunos estudiantes ante la falta de desafíos en el aula debe ser motivo suficiente para buscar alternativas a nuestro paradigma tradicional de enseñanza.
Los resultados que obtuvimos en Elementos de Álgebra Lineal son satisfactorios, aunque no los percibimos aún como un objetivo logrado. El porcentaje de promociones se mantuvo prácticamente igual en 2015 y 2016 luego de las modificaciones introducidas; y aunque el porcentaje de alumnos regulares sí se incrementó respecto a 2012, nuestro año de referencia, el crecimiento no fue tal como esperábamos. En la siguiente tabla se pueden apreciar estos resultados:

Tabla 2. Regulares y promocionados posteriores a las innovaciones (comparados con 2012).

Año	% de Regulares	% de Promociones	% de "no éxito"
2012	58	14	28
2015	63	17	20
2016	61	16	23

Deseamos poner en discusión el papel que cumplieron los auto-evaluativos en la cursada 2015. Si bien no había ninguna recompensa "extra" por participar, de los alumnos que promocionaron y participaban regularmente del aula virtual, el 32% los resolvió obteniendo puntajes entre 75 y 100 puntos (sobre 100 posibles). Consultados sobre la experiencia, la gran mayoría dijo que el tipo de preguntas los había sorprendido, porque eran preguntas "fáciles" pero que no les exigían una mera repetición de lo estudiado sino que los obligaba a reflexionar sobre el contenido. Como el evaluativo permitía 2 intentos, todos los que no habían obtenido el puntaje ideal usaron el segundo intento para tratar de alcanzarlo.
Esto nos indica que aquellos alumnos que tienen una actitud activa y comprometida ante el propio proceso de aprendizaje son los que finalmente obtienen mejores resultados.
Puestas a analizar las diversas razones que provocan estos resultados, podemos mencionar algunas decisiones que son fácilmente revisables a futuro:

- Aunque se incentivaba permanentemente a los estudiantes que tenían intención de promocionar, que resuelvan los auto-evaluativos, por decisión de la Cátedra éstos no incidían en las condiciones para promocionar. Esto provocó una baja participación de los alumnos en los auto-evaluativos (27% sobre el total de inscriptos en el aula virtual).
- Tampoco había una exigencia de participar en los foros de uso general, lo que se tradujo en muy esporádicas participaciones de los estudiantes en las discusiones sobre las preguntas que se habían publicado (aproximadamente un 10% del total de inscriptos en el aula virtual).

A partir de nuestra experiencia coincidimos con Gros y Noguera (2013) en que un mayor desarrollo de aulas extendidas en el ciclo básico de las ingenierías contribuye a enfocarse en el desarrollo de habilidades de aprendizaje (competencias) en los estudiantes antes que centrarse en la repetición de contenidos. Este cambio de paradigma hacia estudiantes activos en su proceso de aprendizaje depende de tres factores fundamentales: los docentes, los alumnos y la institución.
A los docentes que temen perder su centralidad en el proceso de enseñanza, los invitamos a reflexionar sobre lo siguiente: "La tecnología

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

como tal no determina la naturaleza de su aplicación, pero evoluciona con la transformación gradual de las prácticas. No es una simple adaptación, sino un proceso en el que recíprocamente las herramientas facilitan las prácticas y las prácticas innovadoras se crean con el fin de hacer un mejor uso de las nuevas posibilidades que ofrecen las tecnologías" (Gross y Noguera, 2013).

Por el lado de los estudiantes, la madurez actitudinal frente a los nuevos modos de adquirir saberes y competencias es fundamental para que las cursadas semipresenciales o presenciales con asistencia de TIC impacten en su formación y su rendimiento académico. El perfil del alumno al que apuntamos es el que está dispuesto a adquirir destrezas tecnológicas, comunicacionales y disciplinares de manera autónoma e involucrado en actividades colaborativas.

Finalmente, sin el respaldo de una institución que genere y sostenga espacios reales y virtuales acordes a las teorías constructivistas del aprendizaje, ninguna innovación podrá sostenerse en el tiempo.

Entre las estrategias que pueden implementarse a futuro podemos mencionar:

- Sostener la obligatoriedad de la inscripción al aula como requisito para el cursado.
- Disponer de una clase presencial para explicar los alcances del aula extendida, cómo ingresar y aprovecharla, cómo hacer uso de los foros y envío de ecuaciones e imágenes. Actualmente está desarrollado el instructivo de inscripción, pero a pesar de que nuestros alumnos son nativos digitales no asocian el uso de la tecnología con la educación.
- Agregar material multimedial de producción propia (sugerencia de los alumnos en las encuestas)
- Diseño de grupos de hasta 100 alumnos tutoriados por una docente auxiliar y un docente de teoría, de modo que el contacto con los estudiantes sea más cercano.
- Disponer de un banco de problemas y preguntas teóricas que regularmente se discutan en los foros con mediación de las tutoras.
- Elevar la incidencia de los auto-evaluativos en la nota final de parciales para regularizar la asignatura.

5 REFERENCIAS

Área Moreira M., M. B. San Nicolás Santos y E. Fariña Vargas, Buenas prácticas de aulas virtuales en la docencia universitaria semipresencial, Revista Electrónica Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, vol. 11 nro. 1, 7-31, 2010.

Chickering A.W. y Z.F. Gamson, Seven Principles for Good Practices in Undergraduate Education. Disponible en: https://www.sc.edu/about/offices_and_divisions/cte/teaching_resources/goodteaching/principles_good_practice/index.php, marzo de 2014 y revisitado en setiembre de 2018.

García Areito L., Convergencia Presencia-Distancia, Revista Contextos Universitarios Mediados, vol. 12 nro. 2, 2012.

Gros B. e I. Noguera, Mirando el futuro: Evolución de las tendencias tecnopedagógicas en Educación Superior, Revista Científica de Tecnología Educativa, Campus virtuales n°2, vol. II nro. 2, 2013.

Osorio Gómez L.A., Características de los ambientes híbridos de aprendizaje: estudio de caso de un programa de posgrado de la Universidad de Los Andes, Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, vol. 7 nro. 1, 1-9, 2010.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Análisis preliminar del fitoplancton y variables fisicoquímicas del embalse Río Hondo

Tiberi, Agustín E.[1]; Taboada, María de los A.[2,3]; Leiva, Marta E.[1,4]; Wottitz, Carlos A.[4]; Ledesma, Ana E.[4]; Diodato, Liliana[1]

(1) Instituto de Protección Vegetal (INPROVE), Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
tiberiagustin@gmail.com
(2) Instituto de Ficología de la Fundación Miguel Lillo – Tucumán.
(3) UEL-CONICET
(4) Laboratorio de Hidroquímica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

RESUMEN: La gestión y el monitoreo de la calidad del agua de los sistemas lenticos son fundamentales para determinar los diferentes usos y aprovechamientos del recurso. Las microalgas presentes en estos ambientes nos brindan información sobre su estado ecológico. Por lo que el objetivo propuesto de esta contribución es dar a conocer la riqueza fitoplanctónica y características fisicoquímicas del embalse Río Hondo. Este reservorio se ubica en la zona limítrofe entre las provincias de Tucumán y de Santiago del Estero. Se realizó una colecta en marzo/2018, las muestras abióticas y bióticas fueron obtenidas mediante protocolos convencionales en tres sitios. Los valores de las variables bióticas y abióticas registrados en este trabajo coinciden con otros cuerpos de agua de la región. El sitio III (desembocadura del Río Salí) destacó por un aumento importante en los valores fisicoquímicos. De los organismos algales registrados, la mayoría cosmopolitas, las Chlorophyceae contribuyeron con el mayor número de taxones. Se pudo observar un predominio del dinoflagelado *Ceratium hirundinella*. Las variables medidas y la presencia de *C. hirundinella* indicarían un ambiente eutrófico con un significativo deterioro del estado ecológico en la calidad del agua de este sistema.

ABSTRACT: The management of water quality of the lentic systems are essential to determine the difference water resource use. The microalgae present in these environments provide us information about their ecological condition. The purpose of this paper is publish the algal richness and physico-chemical variables of Río Hondo dam. This reservoir is located in the border area between the province of Tucuman and the province of Santiago del Estero. A collect was made in March 2018. The biotic and abiotic samples were obtained through conventional protocols in three points. The biotic and abiotic's values registered in this work coincide with others water reservoirs of the region. The point III (Salí river outlet) stands out by a increase in physico-chemical variables. Of the registered algal organisms, most of them were cosmopolitans and the Chlorophyceae contributed with the highest number of taxa. We could observe the predominance of the dinoflagellate Ceratium hirundinella, which is a non-native specie who was registered in other lentic systems from the NOA. The variables measured and the presence of *C. hirundinella* would indicate an eutrophic environment with a significant deterioration of the water quality and the ecological status of this system.

Palabras claves: Fitoplancton, fisicoquímica, embalse, NOA

Keywords: Phytoplankton, physico-chemical, reservoir, NOA

1 INTRODUCCIÓN

El gran número de embalses construidos en todo el mundo demuestra la necesidad de satisfacer múltiples propósitos, por lo que estos juegan un rol importante al ser utilizados en: generación de electricidad, riego, suministro humano o ganadero o la regulación de los caudales de los ríos atenuando crecidas, mejorando la navegación o permitiendo el cultivo de peces o la recreación (Kalff, 2001; Rast, 2003). Las presas constituyen una de las formas más importantes de interferencia humana en los sistemas hidrológicos de aguas continentales. La construcción de estos reservorios provoca en lo inmediato la reducción del flujo y el aumento del tiempo de residencia del agua, en comparación con el antiguo sistema lótico. Los cambios en el flujo del río producen profundas alteraciones en una serie de propiedades: comportamiento térmico de la columna de agua, patrones de sedimentación y circulación de las masas de agua, dinámica de los gases, ciclo de nutrientes y estructura de las comunidades, entre otros (Tundisi, 1993; Armengol et al., 1999). El manejo de lagos y embalses creció de manera destacada con el uso de asociaciones de especies como indicadoras de niveles tróficos (Huszar et al., 1998). El fitoplancton se compone de diversas microalgas que constituyen la base de la cadena trófica de muchos cuerpos de agua. Estos organismos se pueden utilizar para evaluar un amplio rango de impactos naturales y humanos en los ecosistemas acuáticos porque tienen una respuesta muy rápida a los cambios en el medio ambiente. La gestión y el monitoreo de la calidad del agua de un embalse son fundamentales para determinar los usos que se puedan realizar de ese recurso, tanto “in situ” como aguas abajo, así como también para conocer la biota que se desarrolla en ese sistema. Entre los principales factores a considerar están las concentraciones de fósforo y nitrógeno, nutrientes esenciales para los organismos vivos ya que su concentración en el agua brinda una idea del estado trófico del ambiente (Kalff, 2001; Wetzel, 2001).
En la naturaleza, la eutrofización es un fenómeno natural que se lleva a cabo en los ecosistemas acuáticos y es parte del proceso de envejecimiento de muchos lagos y lagunas. Sin embargo, este proceso puede verse acelerado por acción antrópica debido a la descarga de nutrientes en sistemas costeros y de agua dulce. El fósforo y el nitrógeno son los nutrientes claves implicados en la eutrofización debido a su papel como potenciales limitantes del crecimiento de las microalgas planctónicas y plantas acuáticas (Novotny y Olem, 1994). Por todo lo anteriormente mencionado el objetivo de esta contribución es dar a conocer los resultados preliminares de la riqueza fitoplanctónica y de las variables físicas y químicas del Embalse Río Hondo.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El embalse Río Hondo se ubica en la zona limítrofe entre las provincias de Tucumán y de Santiago del Estero. Las coordenadas geográficas para el centro del embalse son 27º 32’ 42’’ S y 64º 59’ 41’’ O, se encuentra a una altitud de 220 msnm, su forma es subtriangular y presenta un área de 35.000 ha aproximadamente, con una capacidad de 1.050 hm^3. Recibe el aporte de cuatro tributarios: ríos Salí, Gastona, Medina y Marapa los cuales son receptores de efluentes contaminantes por la actividad agroindustrial, especialmente durante la zafra azucarera. Es una obra de gran envergadura para la atenuación de crecidas, el suministro de riego y agua potable, la generación de energía hidroeléctrica, el desarrollo del turismo y la actividad ictícola (Subsecretaria de Recursos Hídricos, 2007).

El muestreo se realizó en verano/2018 (marzo). Se seleccionaron tres sitios distintos del embalse denominados como SI: paredón de la represa (27° 31.554'S, 64° 53.502'O); SII: zona limnética (27° 33.001'S, 64° 57.631'O); SII: desembocadura del Río Salí (27° 29.760'S, 64° 59.167'O) (Fig. 3).
Las muestras fitoplanctónicas fueron recolectadas con una red de 20 µm de abertura de poro, fijadas “in situ” con formaldehido al 4% y conservadas en frascos plásticos.

Se midió ‘in situ’ la temperatura, pH, conductividad eléctrica (CE), oxígeno disuelto y turbidez con una sonda multiparamétrica.
En laboratorio se realizaron los análisis cualitativos mediante microscopio óptico binocular Zeiss Lab Axio 1 con cámara fotográfica incorporada, para cada taxón se tomaron características morfométricas. La identificación taxonómica se basó en: Desikachary (1959), Prescott (1972), Patrick y Reimer (1966), Round et al., (1990), Komárek y Anagnostidis (2005), Krammer y Lange- Bertalot (1986, 1988, 1991,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2004), Metzeltin et al. (2005), Maidana y Seeligmann (2006), Tracanna et al., (1994), entre otros.

Para las variables fisicoquímicas se tomaron muestras de agua en botellas de plástico de 1,5L. Se analizaron clorofila *a* (µg/l), sólidos suspendidos totales (SST) en mg/l, PO_4^{3-} (fósforo reactivo soluble) en mg/l, NO^{3-} (mg/l), Cl^- (mg/l), alcalinidad (bicarbonatos) en mg/l y dureza (mg/l). En laboratorio se procedió al análisis y determinación según APHA (2012).

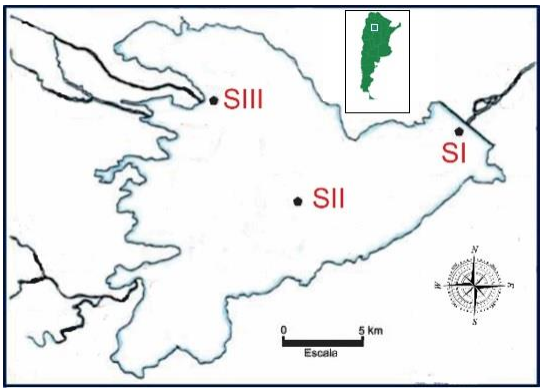


Figura 1. Ubicación de los sitios de muestreo en el embalse Río Hondo.

3 RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los resultados de las variables analizadas. La temperatura fluctuó de 21,7°C (SI) a 23,6°C (SIII). El pH del agua fue alcalino con valores que oscilaron entre 7,4-7,9. El mayor registro de oxígeno disuelto (9 mg/l) se observó en el Sitio I y el menor en el Sitio III (5,6 mg/l). El máximo valor de conductividad eléctrica fue de 638 µS/cm en el Sitio III y el mínimo fue de 445 µS/cm en el Sitio I (Figs. 2 y 3).
Las concentraciones de fosfatos y nitratos tuvieron sus máximos registros en el Sitio III, así como también los sólidos suspendidos totales y la turbidez respectivamente. El mayor valor de cloruros se observó en el Sitio III (70,7 mg/l) y el menor en el Sitio I (44,2 mg/l). La alcalinidad (bicarbonatos) fluctuó entre 14,1-15 mg/l. Los valores y los promedios de las variables fisicoquímicas analizadas se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Resultados de las variables abióticas consideradas.

Variables	SI	SII	SIII	Promedio
Clorofila *a* (µg/l)	18,4	23,2	72,4	38,17
Turbidez (NTU)	87	91,4	123	100,47
SST (mg/l)	20,4	20,8	36	25,73
Alcalinidad (mg/l)	14,1	12,5	15	13,92
Dureza Ca^{+2} (mg/l)	36,7	34	39,3	36,66
Dureza Mg^{+2} (mg/l)	41,3	39,7	39,7	40,02
PO_4^{3-} (mg/l)	0,154	0,145	0,166	0,15
NO^{3-} (mg/l)	2,1	3,2	2,3	2,5
Cl^- (mg/l)	44,2	53	70,7	55,97

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

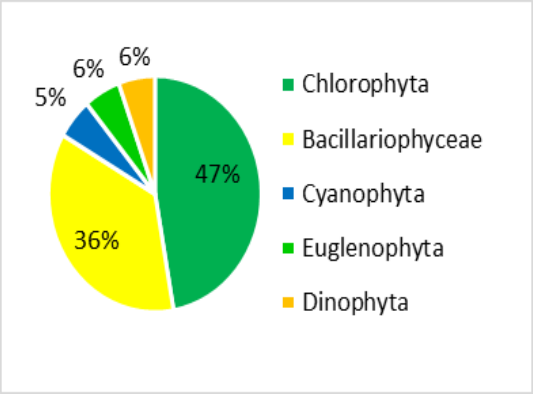


Figura 2. Porcentajes de la riqueza fitoplanctónica.

Se observó un mayor contenido de biomasa (clorofila *a*) en el Sitio III (72,9 µg/l) que en los Sitios II (23,4 µg/l) y I (18,4 µg/l).
El fitoplancton estuvo representado por un total de 36 taxones, correspondientes a Chlorophyta (17), Bacillariophyceae (13), Cyanophyta (2), Euglenophyta (2) y Dinophyta (2) (Figs. 4 y 5).
Dentro de las algas verdes los géneros que presentaron la mayor cantidad de taxones correspondieron a *Pediastrum* y *Scenedesmus*, ambos con 3 especies cada uno.

4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los valores de las variables bióticas y abióticas registrados en este trabajo coinciden con otros cuerpos de agua de la región, especialmente con el embalse Dr. C. Gelsi ubicado en Tucumán (De Marco, Tracanna, et al., 1992).
El sitio III destacó por un aumento importante en la biomasa (clorofila *a*), la turbidez, los sólidos suspendidos totales, la conductividad, la concentración de nitratos y fosfatos, la dureza y los cloruros. Estos valores indicativos sugieren una menor calidad del agua y mejora progresivamente hacia la zona limnética y el paredón (SII y SI).
De los organismos algales registrados, la mayoría corresponde a organismos cosmopolitas, las Chlorophyceae (algas verdes) contribuyeron con el mayor número de taxones.
El dinoflagelado *Ceratium hirundinella* fue la especie más frecuente en este sistema lentico, se trata de una especie alóctona que ha sido registrada para diversos sistemas lénticos del NOA. Los taxones correspondientes a la división Euglenophyta sólo estuvieron presentes en el Sitio III.
Las variables fisicoquímicas medidas y la presencia de *C. hirundinella* indicarían un ambiente eutrófico con un significativo deterioro del estado ecológico en la calidad del agua de este sistema.

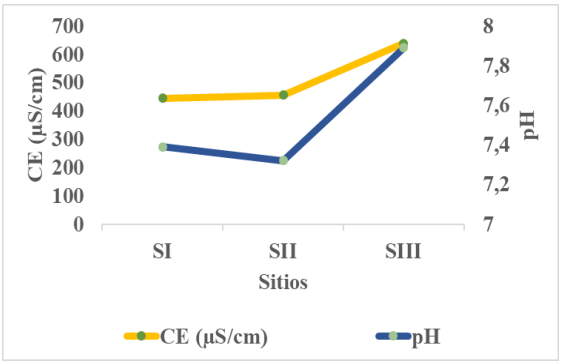


Figura 3. Variación de la Conductividad Eléctrica y el pH en los sitios.

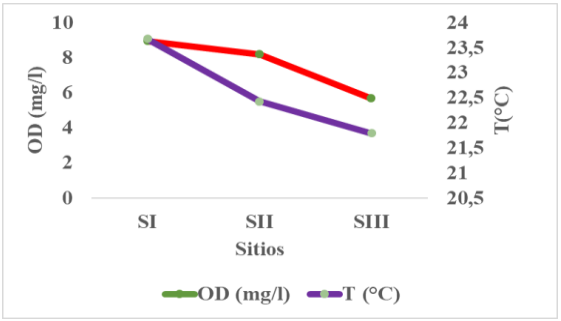


Figura 4. Variación de la Temperatura y el Oxígeno Disuelto en los sitios.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 5. Fotografía del dinoflagelado *Ceratium hirundinella.*

5 REFERENCIAS

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, Standard Methods» For the Examination of Water and Wastewater, Mary Ann H. Franson, Madrid, España, 1992.

Armengol, J., J. C. García, M. Comerma, M. Romero, J. Doiz, M. Roura, B. H. Han, A. Vidal, and K. Simek, Limnología, Margalef R; Barcelona (España), 1983.

De Marco, S. M; Tracanna B; Romero N; Chaile P; y Amoroso M. J; Estudio Limnológico del Embalse Dr. C. Gelsi (Tucumán-Argentina), Lillo 40, 2, 2000.

Desikachary, T. V, Cyanophyta. Ind. Cound. Agr. Res. New Delhi, 1959.

Huszarh, V. L. M., L. H. S. Silvia, P. Domingos, M. M. Marinho and S. Melo, Phytoplankton species composition is more sensitive than OECD criteria to the trophic status of three Brazilian lakes, Hydrobiologia 369/370: 59-71, 1998.

Kalff, J. Limnology, Ed. Prentice-Hall, Inc; 2001.

Kómárek, J. and K. Anagnostidis. Cyanoprokaryota, Gustav Fischer, Jena, 2005.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot Bacillariophyceae. Gustav Fischer, Jena, 1988.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, Bacillariophyceae, Gustav Fischer, Jena. 1991.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot, Bacillariophyceae. Gustav Fischer, Jena, 2004.

Krammer, K. and H. Lange-Bertalot. Bacillariophyceae, Gustav Fischer, Jena, 1986

Maidana, N. I. y C. Seeligmann, Diatomeas (Bacillariophyceae) de ambientes acuáticos de altura de la provincia de Catamarca, Argentina, Soc. Argent. Bot; II. Bol; 41: 1-13, 2006.

Metzeltin, D; H. Lange-Bertalot and F. García Rodrígue, Diatoms of Uruguay. Compared with other taxa from South America and elsewhere. Gantner Verlag, Königstein. 2005.

Novotny V. and H. Olem, Water quality: prevention, identification and management of diffuse pollution. Van Nostrand Reinhold, New York, 1994.

Patrick, R. and C. W. Reimer, The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii, Monogr. Acad. Nat. Sci. of Philadelphia, Vol. I; 13 (1): 1-686, 1966,

Prescott, G. W; H. T. CROASDALE and W. C. VINYARD, North American Flora, Desmidiales 1, New York Bot. Gard. Ser., 2 (6), 84 pp; 1972.

Rast, W; Sustainability of Wetlands and Water Resources. M.M. Holland, E. Blood and L. R. Shaffer (ed.), Island Press, Covelo, CA; 2003.

Round, F. E; R. M. Crawford and D. G. Mann, The Diatoms. Biology & Morphology, Cambridge University Press, 1990.

Subsecretaria de Recursos Hídricos, Programa de monitoreo del embalse Río Hondo, informe Final. 186 pp. 2007.

Tracanna, B.C., V. Mirande y C. Seeligmann, Variaciones del fitoplancton superficial del embalse Río Hondo (Tucumán-Santiago del Estero, Argentina), en relación a la actividad azucarera, Tankay, 80-82, 1994.

Tundisi, J. G; Represas do Paraná Superior: Limnologia e bases científicas para o gerenciamiento. Dr. R.A. Ringuelet, La Plata, Argentina. 1993

Wetzel, R.G; Limnology: Lake and river ecosystems. Academic Press and Elsevier Science, 2001.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Propuesta de descomposición genética del concepto Series de Fourier

Serrano, Gustavo[1]; Tula, Ramiro[1]; Herrera, Carlos Gabriel[1]

(1). Departamento de Formación Básica. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas - UNCA.
gustavoaserrano@gmail.com; ramiro_tula@hotmail.com; cgherrera@tecno.unca.edu.ar;

RESUMEN: En este trabajo se investigan las construcciones mentales necesarias para la comprensión del concepto Series de Fourier, correspondiente al tercer curso de cálculo de estudiantes de Ingeniería de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca. Esta investigación integra un proyecto que investiga la forma en que los estudiantes del Ciclo Básico de Ingeniería construyen conceptos matemáticos. Se ha utilizado como referente la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, Esquema), identificando cuáles construcciones mentales son necesarias para la comprensión del concepto en estudio y cuáles son los principales obstáculos que enfrentan. El proceso de investigación en esta teoría se fundamenta en un modelo cognitivo mediante el cual un estudiante puede construir un esquema matemático, llamado descomposición genética. Esta consiste en una hipótesis, sobre una descripción detallada de las construcciones que los estudiantes pueden hacer para aprender un tema matemático en particular. Se ha tenido en cuenta en la descomposición genética propuesta, que el alumno, para logar encapsular como objeto el concepto en estudio, previamente debe haber logrado interiorizar en un proceso temas correspondientes a cursos previos de cálculo o de algebra lineal como funciones periódicas, series o base de un espacio vectorial, coordinando los mismos a través del uso el uso de software de geometría dinámica GeoGebra.

ABSTRACT: In this work the mental constructions necessary for the understanding of the Fourier Series concept are investigated wich correspond to the third course of calculus of engineering students of the Faculty of Technology and Applied Sciences of the National University of Catamarca. This research integrates a project that investigates the way in which the students of the Basic Cycle of Engineering construct mathematical concepts. The APOS theory (Action, Process, Object, Scheme) has been used as a reference, identifying which mental constructions are necessary for understanding the concept under study and which are the main obstacles faced by students. The research process in this theory is based on a cognitive model by which a student can build a mathematical scheme, called genetic decomposition. This consists of a hypothesis, on a detailed description of the constructions that students can do to learn a particular mathematical subject. It has been taken into account in the proposed genetic decomposition, that the student, in order to encapsulate as an object the concept under study, must have previously internalized in a process subjects corresponding to previous courses of calculus or linear algebra as periodic functions, series or bases of a vector space, coordinating them through the use of dynamic geometry software.

Palabras Claves: APOE, Fourier, Descomposición Genética

Keywords: APOS, Fourier, Genetic Descompsition

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo integra un proyecto que investiga la forma en que los estudiantes universitarios aprehenden conceptos Matemáticos, utilizando un análisis desde la teoría Acción-Proceso-Objeto-Esquema (APOE), (Dubinsky, 1991) identificando cuáles construcciones mentales son necesarias para la comprensión de un concepto matemático y cuáles son los principales obstáculos que enfrentan. El proceso de investigación en esta teoría se fundamenta en un modelo cognitivo mediante el cual un estudiante puede construir un esquema matemático, llamado descomposición genética. Esta consiste en una hipótesis, sobre una descripción detallada de las construcciones que los estudiantes pueden hacer para aprender un tema matemático en particular. En el caso de este trabajo se plantea una descomposición genética del concepto Series de Fourier, que se dicta en el tercer curso de Cálculo para carreras de Ingeniería de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca.

En el marco de esta teoría existen investigaciones que plantean y analizan distintos conceptos tanto del álgebra lineal como del cálculo como por ejemplo en Oktac et al. (2010) se realiza un análisis teórico de las construcciones involucradas en la solución de sistemas de ecuaciones lineales, espacio vectorial, base de un espacio vectorial, transformaciones lineales. En Parraguez et al. (2014) se analizan las construcciones del concepto Combinación Lineal de Vectores desde el punto de vista de la teoría APOE, y también el uso del mismo concepto desde la perspectiva de una célula generadora involucrando conceptos asociados. El concepto de espacio vectorial desde el punto de vista de esta teoría es estudiado para analizar el camino de construcción del concepto por parte de los estudiantes Parraguez et al (2010). En referencia a conceptos del cálculo diferencial e integral se pueden citar los trabajos de Amaya et. al. (2009) donde se estudian los niveles de comprensión del concepto de derivada, Gutierrez et. al (2012) plantea una descomposición genética del concepto de derivada. Por otra parte en Cordero et. al (2002) utilizan este marco teórico en el proceso de enseñanza y aprendizaje de Transformada de Laplace proponiendo un modelo de descomposición genética basada en la epistemología del concepto. En Peralta (2010) se propone un modelo didáctico basado en la interacción de diferentes registros de representación con un soporte tecnológico.

En el desarrollo del tercer curso de cálculo de carreras de Ingeniería de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la UNCA, los alumnos manifiestan problemas de aprendizaje debido a la estructura de organización de la materia y que los conceptos resultan a menudo complejos por su alto nivel de abstracción. En particular se hace referencia al tema Análisis de Fourier donde el nivel de abstracción es muy alto, pero importante dadas sus múltiples aplicaciones y su conocimiento necesario para otras asignaturas de las carreras de ingeniería. En ese sentido se plantea como objetivo de la investigación analizar, mediante en el marco de la teoría APOE (Acciones, Procesos, Objetos y Esquemas), en el proceso de construcciones mentales que los alumnos de la cátedra Calculo Avanzado muestran en el aprendizaje del concepto. Esta investigación está regida por el modelo que nos brinda la propia teoría APOE, donde se propone una descomposición genética a partir de la cual comenzar con el estudio para luego poder refinarla en base a las conclusiones que se deriven del mismo proceso epistemológico del concepto. Los resultados obtenidos entonces se aplicarán a mejorar el proceso para obtener mejores resultados en el proceso cognitivo lo que evidenciará la validez de la descomposición genética como modelo de construcción del concepto bajo estudio. En esta primera etapa de la investigación se propone una descomposición genética del concepto Series de Fourier, en etapas siguientes se procede a recolección y análisis de datos para poner a prueba y refinar, si es necesario, la descomposición genética preliminar.

2 MARCO TEÓRICO

Esta investigación está fundamentada en la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, Esquema) Dubinsky (1991), quién adapta la teoría de Piaget para explicar la construcción de los conceptos matemáticos.

La investigación mediante esta teoría consta de tres etapas: análisis teórico, diseño de estrategias de enseñanza y análisis de datos. El análisis teórico conlleva el realizar un modelo cognitivo mediante el cual un estudiante puede construir un concepto matemático, llamado descomposición genética. Esta consiste en una hipótesis, sobre una descripción detallada de las construcciones que los

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

estudiantes pueden hacer para aprender un concepto. La descomposición genética se pone a prueba con los estudiantes y los datos que se obtienen, se pueden emplear para refinarla a fin de dar cuenta de mejor manera de las construcciones de los estudiantes al aprender dicho concepto (Dubinsky, 1991), y también se puede utilizar como una guía, en el diseño de material didáctico. En ese sentido, el conocimiento matemático de un individuo, es su tendencia a responder a las situaciones problemáticas reflexionando sobre ellas y construyendo o reconstruyendo acciones, procesos y objetos matemáticos y organizarlos en esquemas, a fin de manejar las situaciones (Dubinsky, 1996). Se mencionan las estructuras mentales denominadas: acción, proceso, objeto y esquema, que constituyen la parte primordial de esta teoría.

Una acción consiste en una transformación de un objeto, que es percibida por el individuo como externa, y se realiza como una reacción a sugerencias que proporcionan detalles de los pasos por seguir. Cabe recalcar que la construcción de acciones viene a ser crucial al inicio de la construcción de un concepto. Cuando una acción, o una serie de acciones se repite y el individuo reflexiona sobre ellas, se puede interiorizar en un proceso. Así, el individuo puede pensar en un concepto en términos generales y no precisa hacer cálculos explícitos. Este sujeto, también es capaz de incorporar estas acciones a su conocimiento, y decide llevarlas a cabo por su propia cuenta, sin necesidad de indicaciones externas. Cuando un individuo reflexiona sobre las operaciones aplicadas a un proceso como un todo, realiza las transformaciones, ya sean acciones o procesos, que pueden actuar sobre él y puede construir de hecho esas transformaciones, entonces, ha logrado encapsular este proceso en un objeto (Asiala, 1996). Con respecto al logro del último nivel, denominado esquema, se puede decir que un esquema para un concepto en matemática, es una colección coherente de acciones, procesos y objetos y otros esquemas relacionados entre sí, consciente o inconscientemente en la mente de un individuo, que se pueden utilizar en una situación problemática, que tiene relación con ese concepto matemático (Trigueros, 2005). La coherencia, se refiere a que el estudiante puede decidir si alguna situación matemática se puede trabajar utilizando el esquema. En figura 1 se presenta el ciclo correspondiente a esta teoría (Asiala et al., 1996)

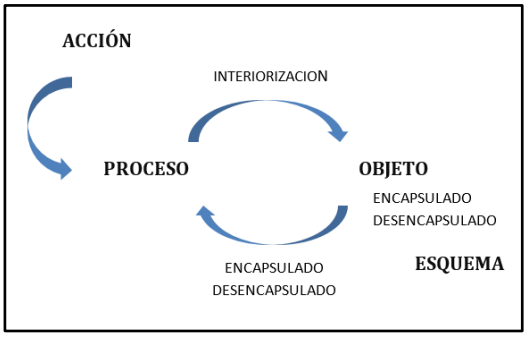


Figura 1: ciclo APOE propuesto por (Asiala, et al., 1996)

Descomposición genética del concepto "Series de Fourier"

En un principio, son los investigadores quienes proponen, basados en su experiencia en el aula, una descomposición genética del concepto por estudiar; posteriormente, a través de la propia investigación, dicha descomposición se refina de modo que explique de mejor manera, la forma en que aprenden los estudiantes cuando trabajan con un concepto matemático. "Es importante aclarar que no existe una descomposición genética única, ya que esta depende de la formulación que ha hecho el investigador. Pueden coexistir varias descomposiciones genéticas del mismo concepto", según afirma Trigueros (2005), pág 8. Lo que importa es que cualquier descomposición genética, sea un instrumento que dé cuenta del comportamiento observable del sujeto.

Para el caso particular de "Series de Fourier" se tienen en cuenta los siguientes conceptos asociados: Funciones Periódicas, Funciones definidas por tramos, Funciones Ortogonales, Base de un Espacio Vectorial. En Figura 2 se propone una descomposición Genética de Serie de Fourier. Se parte de que el alumno debería haber alcanzado el nivel de proceso en los temas Funciones Ortogonales y Base de un espacio vectorial, es decir en el primer caso que pueda identificar un conjunto de funciones ortogonales, en el segundo caso identificar un conjunto de funciones como base de un espacio vectorial de funciones contínuas en un intérvalo [a,b], (C[a,b], +, R, *). La coordinación de estos procesos permite obtener una base ortogonal del espacio vectorial definido, alcanzando el nivel proceso para el concepto. Por otra parte también se debe haber alcanzado el nivel proceso en los conceptos de funciones períodicas y funciones definidas por tramos y series

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

geométricas cuya coordinación permitiría al alumno definir una serie geométrica de funciones senos y cosenos que aproxime a una función periódica definida por tramos logrando el nivel proceso en el concepto en estudio: Series de Fourier

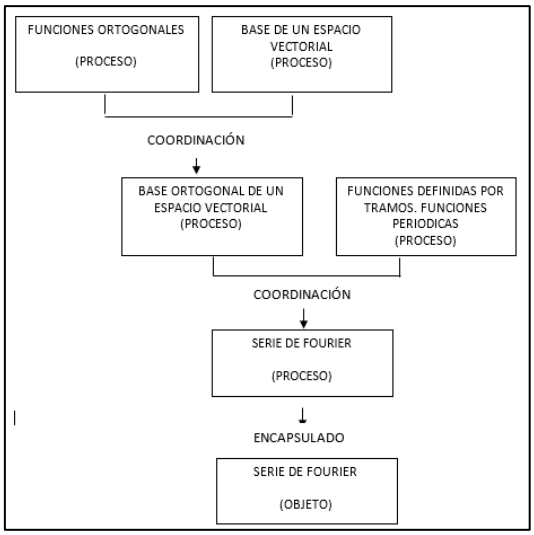


Figura 2: propuesta de descomposición genética del concepto "Series de Fourier"

3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de investigación incluye las siguientes etapas que se describen a continuación:

a) Análisis teórico: consiste en el diseño de una descomposición genética del concepto matemático de SERIES DE FOURIER. Este diseño se ha propuesto en base a la experiencia de la cátedra.
b) Implementación: consiste en implementar una secuencia didáctica en función de la descomposición genética teórica propuesta.
c) Recolección y análisis de datos para poner a prueba y refinar, si es necesario, la descomposición genética preliminar: se analizan las construcciones mentales en el proceso enseñanza - aprendizaje del concepto en estudio. Para ello es necesario el diseño de instrumentos como cuestionarios, entrevistas.
d) Se procede a revisar la descomposición genética propuesta, ver si es necesario realizar algún ajuste en función de los resultados obtenidos.

El ciclo de esta investigación se observa en Figura 3.

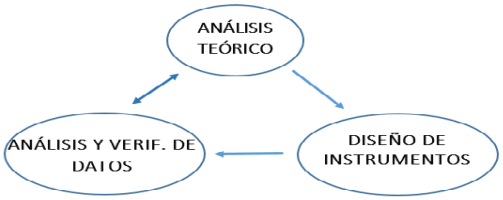


Figura 3: Ciclo de Investigación. Teoría APOE

4 CONCLUSIONES

En esta primera etapa se ha planteado un modelo de descomposición genética del concepto Serier de Fourier, con el objetivo de analizar cuáles con las construcciones mentales que el alumno realiza para conceptualización y cuáles son las mayores dificultades que se presentan en el proceso de asimilación de los contenidos. En una segunda etapa y juntamente con la implementación de una secuencia didáctica se procederá a realizar un análisis de los resultados de la aplicación de instrumentos de recolección de datos, lo que permitirá una revisión de la descomposición genética propuesta con las consiguientes modificaciones si son necesarias de las estrategias didácticas a utilizar.

5 REFERENCIAS

Amaya, C. S., Rojas, H. D., & Ballen, M. B. (2009). Descripción de niveles de comprension del concepto derivada. TED: Tecné, Episteme y Didaxis, (26).

Asiala, M., Brown, A., DeVries, D. J., Dubinsky, E., Mathews, D., & Thomas, K. (1996). A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education. Maa Notes, 37-54.

Cordero, F., & Miranda, E. (2002). El entendimiento de la transformada de Laplace: una epistemología como base de una descomposición genética. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática E

Dubinsky, E. McDonald. M.(1991). APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate Mathematics Education Research. New ICMI Study Series.

Dubinsky, E. (1996) Aplicación de la perspectiva piagetiana a la educación matemática

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

universitaria. Educación matemática, 8(3), 24-41.
Gutiérrez, L., & Valdivé, C. (2012). A genetic descompsition of the derivative concept.. Gestión y Gerencia, 105.
Oktaç, A., & Gaisman, M. T. (2010). ¿ Cómo se aprenden los conceptos de álgebra lineal?. RELIME. Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa, 13(4), 373-385., 5(2).
Parraguez González, M., & Uzuriaga López, V. L. (2014). Construcción y uso del concepto combinación lineal de vectores. Scientia et Technica, 19(3).
Parraguez, M., & Oktaç, A. (2010). Construction of the vector space concept from the viewpoint of APOS theory. Linear Algebra and its Applications, 432(8), 2112-2124.
Peralta, María de Lourdes Rodríguez; Yañez, María Victoria Popoca. The trigonometrical series of Fourier: a visual approximation. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2010, vol. 8, p. 64-71.
Trigueros, M. (2005). La noción de esquema en la investigación en matemática educativa a nivel superior. Educación matemá

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

La constatación de conversiones de las representaciones semióticas en el tema parábola utilizando GeoGebra

Ahumada, Hernán C.[1]; Herrera, Carlos G.R. [1]; Cisterna Fernández, María I. [1] y Dip, Hugo R. [1]
(1) Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.
hcahumada@gmail.com, cgherrera@tecno.unca.edu.ar, seminescist@yahoo.com.ar, hugorubendip@gmail.com;

RESUMEN: este trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación "El aporte del GeoGebra en el proceso de conversión de las representaciones semióticas de objetos matemáticos de Geometría Analítica". Se fundamenta en la teoría de Duval, quién establece que la actividad cognitiva de conversión entre diferentes registros de representación de un objeto matemático produce una mejor comprensión del concepto. La cátedra Geometría Analítica busca incorporar nuevas estrategias metodológicas y recursos didácticos para mejorar las actividades cognitivas de los estudiantes basados en las representaciones semióticas de las cónicas utilizando el software de geometría dinámica GeoGebra que permite vincular el registro algebraico, la representación gráfica y en formato tabular con las coordenadas de elementos de parábola como vértice, foco o extremos del lado recto. Se proponen construcciones dinámicas en GeoGebra que permiten modificar posiciones relativas del foco, vértice o recta directriz pudiéndose observar las modificaciones en el valor del parámetro "p" (distancia Foco-Directriz) de la parábola. Las actividades diseñadas hacen que los alumnos a partir de elementos de la parábola obtengan la gráfica de la misma y determinen su ecuación canónica. El uso del software GeoGebra ha mejorado notablemente la aprehensión de conocimientos fundamentales de la Geometría Analítica en su conjunto.

ABSTRACT: This work is part of the Research Project "The contribution of GeoGebra in the conversion process of semiotic representations of mathematical objects of Analytical Geometry". It is based on the theory of Duval, who states that the cognitive activity of conversion between different registers of representation of a mathematical object produces a better understanding of the concept. The Analytical Geometry Chair seeks to incorporate new methodological strategies and didactic resources to improve the cognitive activities of students based on the semiotic representations of the conics using the GeoGebra dynamic geometry software that allows to link the algebraic record, the graphic representation and in tabular format with the coordinates of parabola elements such as vertex, focus or ends of the straight side. Dynamic constructions are proposed in GeoGebra that allow modifying the relative positions of the focus, vertex or direct line, being able to observe the modifications in the value of the parameter "p" (distance Focus-Directrix) of the parabola. The designed activities make the students from elements of the parabola obtain the graph of it and determine its canonical equation. The use of GeoGebra software has greatly improved the apprehension of fundamental knowledge of Analytical Geometry as a whole.

Palabras claves: Parábola, Representaciones Semióticas, GeoGebra

Keywords: Parable, Semiotic Representations, GeoGebra

1 INTRODUCCIÓN

El conocimiento matemático puede representarse bajo diferentes registros semióticos como ser numéricos, algebraicos, funcionales, gráficos, analíticos, sin olvidar la importancia que adquiere el lenguaje natural en el aprendizaje del mismo. Partiendo de que las representaciones semióticas utilizadas en la matemática y de manera muy frecuente en Geometría, son todos los signos o gráficos que permiten a una persona abordar e interactuar con el conocimiento matemático, cobra un papel fundamental que cada estudiante pueda utilizar estas representaciones tanto para registrar como para comunicar sus ideas. Caso contrario dos representaciones diferentes significarían objetos diferentes, sin ninguna relación entre ambos, dificultando de esa manera su interpretación.

Como expresa Duval (Duval et, al, 2006, pág 144) "… los profesores observan a menudo que la adquisición del conocimiento matemático no introduce a la mayoría de estudiantes en las formas del pensamiento matemático, como por ejemplo en la habilidad para cambiar de registro de representación." También afirma que la actividad matemática requiere una coordinación interna entre los diferentes registros de representación, dificultando de esa manera la comprensión de concepto matemático. En el mismo sentido Gruszycki, et al., (2012, pág 521) sostiene que "Toda confusión entre el objeto y su representación provoca, en un plazo más o menos amplio, una pérdida de la comprensión: los conocimientos adquiridos se hacen rápidamente inutilizables por fuera de su contexto de aprendizaje, sea por no recordarlos, o porque permanecen como representaciones "inertes" que no sugieren ningún tratamiento productor". (Duval, 2004a, p. 14). Esto significa que las dificultades en las actividades cognitivas de conversión de un registro de representación a otro, se traducen en falta de comprensión del objeto matemático en estudio.

El uso de software de carácter dinámico puede llegar a ser de ayuda en la coordinación de registros de representación semiótica de un objeto matemático, ya que permite el trabajo simultáneo en dos o tres marcos: el algebraico, el geométrico o el tabular. En ese sentido se pueden citar los trabajos de Gruszycki et al. (2012) quienes proponen una secuencia didáctica utilizando GeoGebra para mejorar la aprehensión de conceptos de Geometría Analítica, o Dávilas Ornellas (2016) quienes trabajan sobre una secuencia didáctica para el estudio de las cónicas basadas en la teoría de Duval. También en esa misma línea Rivera et al. (2016), Santana (2010) o Muñoz et al. (2017) destacan las ventajas del software de geometría dinámica GeoGebra como recurso didáctico para la aprehensión de los conceptos fundamentales de la Geometría Analítica.

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto de investigación acreditado por SECyT - UNCA dentro del Programa de Incentivos por Resolución Rectoral 375/2018 - *El aporte del GeoGebra en el proceso de conversión de las representaciones semióticas de objetos matemáticos de Geometría Analítica*, que se desarrolla en el Departamento de Formación Básica de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas (Universidad Nacional de Catamarca).

GeoGebra es un software de matemáticas que reúne geometría, álgebra y cálculo, desarrollado Markus Hohenwarter en la Universidad de Salzburgo para la enseñanza de matemática escolar. En los últimos años, GeoGebra se ha convertido en un recurso casi imprescindible para la enseñanza de la Matemática cuando se trata de incorporar las TIC a los procesos educativos.

Por un lado, GeoGebra es un sistema de geometría dinámica que permite realizar construcciones tanto con puntos, vectores, segmentos, rectas, secciones cónicas como funciones que a posteriori pueden modificarse dinámicamente. Por otra parte, se pueden ingresar ecuaciones y coordenadas directamente. Así, el software tiene la potencia de manejarse con variables vinculadas a números, vectores y puntos; permite hallar derivadas e integrales de funciones y ofrece un repertorio de comandos propios del análisis matemático para identificar puntos singulares de una función, como raíces o extremo. Además permite visualizar simultáneamente una expresión matemática en la ventana algebraica con su respectiva representación gráfica en la ventana geométrica.

2 DISEÑO EXPERIMENTAL

Habitualmente los ejercicios del tema parábola consisten en deducir la ecuación canónica de la curva a partir de sus datos principales: las coordenadas del Vértice y el valor del parámetro "p" (distancia Foco - Directriz). De modo tal que los alumnos deben determinar los elementos

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

faltantes de la curva y establecer las relaciones entre ellos a través de la definición de parábola.
En este trabajo se exponen las 3 consignas que fueron diseñadas. Cada una de ellas involucra una serie de actividades que ayuden a la comprensión de conceptos del tema Cónicas a través de la coordinación de los diferentes registros semióticos de representación de los mismos. En este caso se presentan para el caso particular de parábola.

Consigna 1.

Obtener la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y de la recta directriz
a) Representa un punto en el plano (Foco).
b) Representa una recta vertical (horizontal) que se pueda desplazar (Directriz).
c) Lograr que Geogebra grafique el Eje de Simetría de la parábola y muestre su ecuación.
d) Que Geogebra calcule el valor el parámetro p (distancia Foco-Directriz).

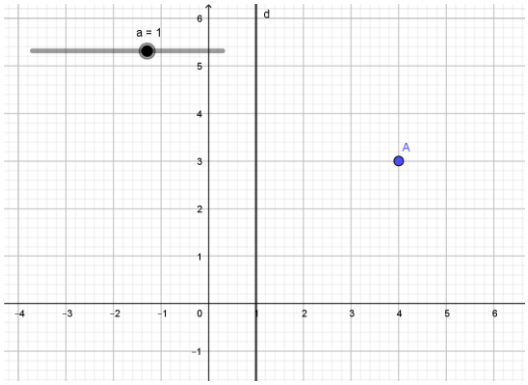


Figura 1. Ejemplo de configuración inicial de la construcción en Geogebra propuesta en la consigna 1.

e) Hacer que GeoGebra determine y grafique automáticamente las coordenadas del Vértice de la parábola.
f) Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y de la recta directriz.

Consigna 2.

Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del lado recto.
a) Representa un segmento de recta vertical (horizontal) (Lado Recto).
b) Encuentre y grafique el Foco.
c) Que Geogebra calcule el valor el parámetro *p*.
d) Hacer que GeoGebra determine y grafique automáticamente las coordenadas del Vértice de la parábola.
e) Lograr que Geogebra grafique el Eje de Simetría de la parábola y muestre su ecuación.
f) Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del lado recto.

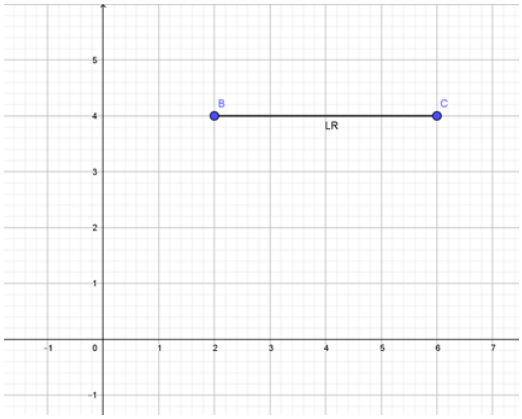


Figura 2. Ejemplo de configuración inicial de la construcción en Geogebra propuesta en la consigna 2.

Consigna 3.

Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y del Vértice.
a) Representa 2 puntos en el plano (Foco y Vértice).
b) Que Geogebra calcule el valor el parámetro p.
c) Lograr que Geogebra grafique el Eje de Simetría de la parábola y muestre su ecuación.
d) Que Geogebra grafique la recta Directriz de la parábola y muestre su ecuación.
e) Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y del Vértice.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

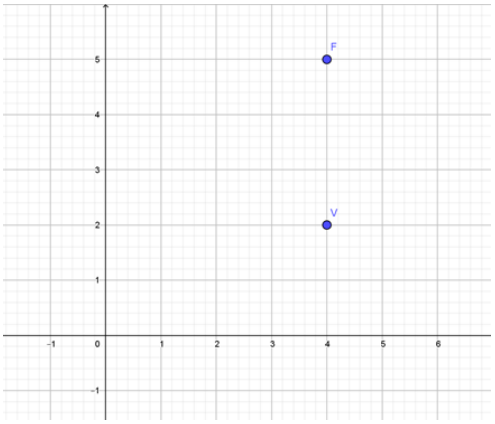


Figura 3. Ejemplo de configuración inicial de la construcción en Geogebra propuesta en la consigna 3.

Análisis de consignas

En esta sección se desarrolla un análisis de los conceptos matemáticos y objetos geométricos involucrados en la secuencia de actividades que conforman cada una de las tres consignas diseñadas.

Análisis de la Consigna 1.

Obtener la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y de la recta directriz.

a) Representa un punto en el plano (Foco): mediante el uso del comando *Punto* representar en la vista gráfica de GeoGebra un punto en el plano. Observar que en la vista algebraica se indican las coordenadas cartesianas del punto. Se muestra que con la herramienta *Elige y mueve*, es posible cambiar la ubicación del punto en el plano y que se actualizan las coordenadas del mismo en la vista algebraica.

b) Representa una recta vertical que se pueda desplazar (Directriz): en la barra de entrada se escribe la ecuación de la recta que será directriz de la parábola en la forma $x=a$. Se introduce el uso de *deslizadores* en GeoGebra para mostrar que al variar el valor de a, en la vista gráfica se produce el desplazamiento horizontal de la recta vertical $x=a$.

c) Lograr que GeoGebra grafique el Eje de Simetría de la parábola y muestre su ecuación: usando el comando *Perpendicular* y seleccionando la recta y el punto de los incisos anteriores se obtiene la gráfica del eje de simetría de la parábola que se busca construir.

d) Que Geogebra calcule el valor el parámetro p (distancia Foco-Directriz): se tiene que determinar las coordenadas del punto de intersección de la recta directriz con el eje de simetría, luego marcar el segmento de recta determinado por el foco y la intersección anterior.

e) Hacer que GeoGebra determine y grafique automáticamente las coordenadas del Vértice de la parábola: mediante la herramienta *Punto Medio del segmento* del inciso anterior, de obtiene la ubicación y coordenadas del vértice de la parábola.

f) Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y de la recta directriz: para ello es necesario calcular el valor del parámetro p como la diferencia de abscisas de los puntos extremos del segmento del *inciso d.*

Análisis de la Consigna 2.

Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del lado recto.

a) Representa un segmento de recta vertical (horizontal) (Lado Recto): se grafican 2 puntos alineados horizontalmente, luego con la herramienta *Segmento* se representa el lado recto de la parábola.

b) Encuentre y grafique el Foco: la ubicación del foco se determina como el punto medio del segmento del inciso anterior.

c) Que Geogebra calcule el valor el parámetro *p*: equivale a la distancia entre el foco y uno de los extremos del lado recto.

d) Hacer que GeoGebra determine y grafique automáticamente las coordenadas del Vértice de la parábola: la abscisa del vértice es igual a la abscisa el foco y la ordenada del vértice es la ordenada del foco menos la mitad del parámetro.

e) Lograr que Geogebra grafique el Eje de Simetría de la parábola y muestre su ecuación: se obtiene primero la ecuación de la recta directriz como y= ordenada del vértice – p/2. Luego el eje de simetría se plantea como la recta perpendicular a la directriz que pasa por el foco.

f) Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del lado recto: para obtener la ecuación canónica hay que determinar las coordenadas (h, k) del vértice. Ello se logra escribiendo los comandos h=x(V) y k=y(V) en la barra de entrada de Geogebra. Luego se ingresa en la barra de entrada la ecuación canónica de la parábola como se muestra en la ecuación (1).

$$(y-k)^2 = 2p(x-h) \qquad (1)$$

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Análisis de la Consigna 3.
Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y del Vértice.
a) Representa 2 puntos en el plano (Foco y Vértice): mediante la herramienta Punto se representa al foco y al vértice respectivamente, alineados verticalmente.
b) Que Geogebra calcule el valor el parámetro p: a la ordenada del foco se le resta la ordenada del vértice. A ese resultado se lo multiplica por 2 para obtener el valor del parámetro p.
c) Lograr que Geogebra grafique el Eje de Simetría de la parábola y muestre su ecuación: mediante la herramienta recta que pasa por 2 puntos, se grafica el eje de simetría como la recta que pasa por el foco y el vértice.
d) Que Geogebra grafique la recta Directriz de la parábola y muestre su ecuación: la ecuación de la recta directriz se calcula como la diferencia entre la ordenada k del vértice menos la mitad del parámetro.
e) Mostrar la ecuación canónica de la parábola construida a partir de la posición del Foco y del Vértice: en base a los datos calculados en los incisos anteriores se ingresa en la barra de entrada la ecuación canónica de la parábola como se indica en la ecuación 2.

$$(x-h)^2 = 2p(y-k) \qquad (2)$$

3 CONCLUSIONES

En este trabajo se proponen tres consignas que constituyen una secuencia didáctica basada en las actividades de conversión entre diferentes registros semióticos de representación del objeto matemático parábola. Se utiliza como recurso didáctico el software de geometría dinámica *GeoGebra,* que de manera similar al descripto en las tres consignas dadas, pone a disposición de los estudiantes toda una gama de recursos que facilitan la comprensión de los registros semióticos usados pudiendo constatar de manera inmediata, la equivalencia entre los mismos.
Se observa que al fomentar el uso de GeoGebra, se logra facilitar y enriquecer la labor docente y el aprendizaje de los estudiantes. Asimismo al visualizar el *Protocolo de construcción* disponible en el Software, permite corroborar la secuencia usada por el alumno en la resolución de las consignas.
La actividad realizada permitió valorar a las TIC como recurso para el aprendizaje y como instrumento de ayuda al trabajo intelectual en la resolución de problemas. En lo que respecta a la labor del docente, surge un abanico de posibilidades de trabajar con esta temática, apelando a consignas no habituales a las dadas frecuentemente, poniendo el acento en nuevas situaciones problemáticas que por lo general no aparecen propuestas en textos de la especialidad.

4 REFERENCIAS

Duval, R. (2004). Semiosis y pensamiento humano: registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Universidad del Valle.

Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española, 9(1), 143-168.

Godino, J. D. (2003). Teoría de las funciones semióticas. Trabajo de investigación presentado para optar a la Cátedra de Universidad de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Granada. http://www. ugr. es/local/jgodino.

Goldin, G. Stheingold, (2001). System of representations and the development of mathematical concepts. The roles of representation in school mathematics, 1-23.

Gruszycki, A. E., Oteiza, L. N., Maras, P. M., Gruszycki, L. O., & Balles, H. A. (2012). Uso de Geogebra para potenciar las diferentes representaciones en geometría analítica. In Conferencia Latinoamericana de Geogebra (pp. 520-524).

Muñoz, C., & Andrés, E. V. Enseñanza De La Geometría Analítica Utilizando El Geogebra (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia-Sede Manizales).

Ornelas, M. Y. D., Diéguez, A. G. F. D. A., Sánchez, P. H., & Fonseca, A. A. (2016). Secuencia didáctica para el aprendizaje de las figuras cónicas y sus diferentes representaciones. CULCyT, (50).

Rico, L. (2009). Sobre las nociones de representación y comprensión en la investigación en educación matemática. pna, 4(1), 1-14

Rivera, M. G. P. (2016). GeoGebra en el principio de las cónicas (Elipse): Esferas de Dandelin. Números, 91.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Romero, I. (2000). Representación y comprensión en pensamiento numérico. Cuarto Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (pp. 35-46).

Santana, M. E. (2010). Geometría analítica plana con GeoGebra. Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas, 75, 131-142.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Optimización del proceso de determinación de alturas elipsoidales para modelos de ondulaciones del geoide

Gutierrez, Carlos A.[1]; Sandez, Daniel A.[1]; Goldar, José E.[1]; Pirola, Marcelo R.[1] y Baigorria, Marisa A.[1]

(1) Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.
cgutierrez@unse.edu.ar;

RESUMEN: En el Posicionamiento Satelital las alturas no son compatibles con los datos altimétricos que se obtienen por vía de las nivelaciones tradicionales. Por ello cobran importancia los modelos de geoide que se generan mediante el procedimiento geométrico. En dicho método se obtiene la ondulación mediante la diferencia entre alturas elipsoidales y geoidales medidas. La precisión en la obtención de la componente vertical de las mediciones satelitales, se ve influenciada por variables, entre las que podemos destacar la longitud del vector posición y el tipo de frecuencia (simple o doble) que se use en el procesamiento de dicho vector. En el presente trabajo se analizan los resultados de la determinación de alturas elipsoidales sobre ocho puntos nodales distribuidos alrededor del área de riego del Río Dulce en Santiago del Estero. Las determinaciones, en cada nodal, se procesaron con todas las estaciones permanentes pertenecientes a RAMSAC (Red Argentina de Monitoreo Satelital Continuo), situadas alrededor de cada de cada uno de los nodales y a no más de 200 Km de distancia. Cada vector fue procesado en simple y doble frecuencia, aplicándose procedimientos de promedio simple y de promedio ponderado por la inversa de la distancia, tanto a la simple como a la doble frecuencia. Finalmente también se ensayó una combinación entre frecuencia simple y doble conforme a que la longitud del vector superara, o no, los 90 km respectivamente. Los resultados obtenidos muestran, a partir del análisis de los desvíos estándar de cada combinación ensayada, que, en la mayoría de los casos, la combinación de frecuencias según longitud del vector tienen una ligera ventaja sobre las demás, siendo que la mayor diferencia entre promedios no supera los 9 cm en 23 de los 24 casos analizados.

ABSTRACT: In the Satellite Positioning the heights are not compatible with the altimetric data obtained through traditional leveling. For this reason, geoid models that are generated by the geometric procedure become important. In this method, the ripple is obtained by the difference between ellipsoidal and measured geoidal heights. The precision in obtaining the vertical component of satellite measurements is influenced by variables, among which we can highlight the length of the position vector and the type of frequency (single or double) that is used in the processing of said vector. In the present work the results of the determination of ellipsoidal heights on eight nodal points distributed around the irrigation area of the Río Dulce in Santiago del Estero are analyzed. The determinations, in each nodal, were processed with all the permanent stations belonging to RAMSAC (Argentine Network of Continuous Satellite Monitoring), located around each of the nodes and no more than 200 km away. Each vector was processed in single and double frequency, later determining 4 ellipsoidal heights for each nodal, applying procedures of simple average and weighted average by the inverse of the distance, as much to the simple as to the double frequency. Finally, a combination between single and double frequency was also tested according to whether the vector length exceeded 50 km respectively or not. The results obtained show, from the analysis of the standard deviations of each tested combination, that, in most cases, the combination of frequencies according to length of the vector have a slight advantage over the others, being that the biggest difference between averages it does not exceed 9 cm in 23 of the 24 cases analyzed.

Palabras claves: modelos, geoide, vector y frecuencia.
Keywords: (up to 4 keywords)

1 INTRODUCCION

1.1 *Marco Teórico*

En el posicionamiento satelital los valores de alturas h (altura elipsoidal) están referidas a una superficie matemática de revolución denominada elipsoide de referencia. Por otro lado los valores altimétricos H que se obtienen por vía de las nivelaciones tradicionales, tienen una superficie de referencia de origen físico y compleja, denominada geoide. El hecho de que estas alturas sean de orígenes distintos los primeros matemáticos y los segundos físicos, generan la incompatibilidad de los mismos. En este sentido cobran importancia los modelos locales de N (ondulación del geoide), los cuales pueden ser generados a partir de comparaciones de alturas físicas y geométricas, interpolando dichos valores de ondulación, como lo describe la ecuación (1). Este método también conocido como "método de diferencia de alturas o geométrico" consiste en determinar alturas elipsoidales (h) con GPS en puntos altimétricos donde se dispone teóricamente de la altura ortométrica (H), implica la pseudo observación de la ondulación del geoide (N). Fig. 1.

$$N = h - H \pm \sigma_N \qquad (1)$$

El error σ_N es el resultado de los errores involucrados en ambas alturas. La altura elipsoidal (h) se obtiene por el posicionamiento en conjunto con las otras coordenadas (GNSS), y la altura ortométrica (*H*) se obtiene por nivelación geodésica. (Goldar y Gutiérrez, 2012).

La calidad en la obtención del valor de la altura elipsoidal h traducida en su precisión, se ve afectada generalmente por diversos factores, entre los más importantes están: a) la longitud del vector posición, el cual va desde el punto de coordenada conocida hasta el punto de coordenadas por conocer; b) el tipo de frecuencia que se use en el procesamiento de dicho vector posición, simple o doble frecuencia. Estos dos factores están íntimamente relacionados ya que de acuerdo a la longitud del vector posición, se deberá procesar en simple o doble frecuencia.

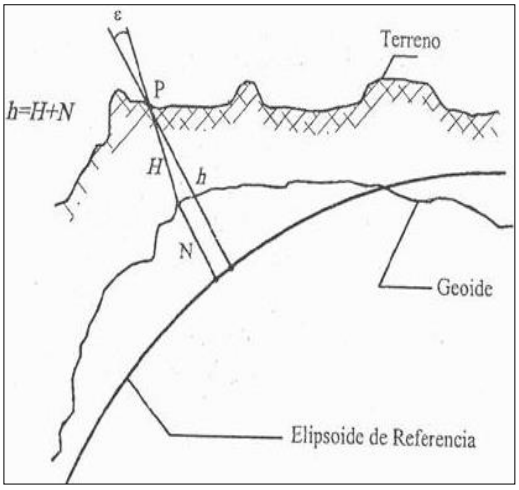


Figura 1. Superficies de referencia

Efecto ionosférico

Cuando se determinan coordenadas mediante posicionamiento relativo, en la medida que aumenta la distancia entre el receptor base y el remoto deja de ser válida la suposición de que ambas señales sufren similar alteración por atravesar el mismo sector de la atmósfera (en particular de la ionósfera). Esta consideración también es válida para los errores orbitales. Se cuenta con un modelo de ionósfera provisto por el sistema, que elimina en parte la influencia del retardo atmosférico en la determinación de coordenadas. Actualmente, a partir de datos provenientes de estaciones permanentes GPS es posible calcular correcciones ionosféricas regionales y ponerlas a disposición de los usuarios para aplicarlas a las observaciones. Este tipo de correcciones tiene gran importancia cuando se utilizan receptores L1 ya que de esta manera permiten ampliar el rango de medición. En el caso de disponer de receptores de doble frecuencia (L1 y L2) es posible, utilizando la combinación lineal de fases adecuada eliminar el efecto ionosférico que permite extender la longitud del vector a centenares de kilómetros (Huerta, et. al., 2005).

Los vectores relativamente cortos deben ser procesados en simple frecuencia puesto que en distancias cortas puede considerarse que ambas señales sufren similar alteración por atravesar el mismo sector de la atmósfera (en particular de la ionósfera).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2 DESARROLLO

En el presente trabajo se analizan y comparan los valores de las alturas elipsoidales h, correspondiente a ocho puntos nodales, Tabla 1, distribuidos alrededor del área de riego del Río Dulce en la provincia de Santiago del Estero, determinados como base para un modelo regional de ondulación de la superficie geoidal.
Para la determinación de la altura elipsoidal h en cada uno de estos nodales se adoptó el siguiente criterio: procesar cada uno de ellos con todas las estaciones permanentes situadas alrededor hasta una distancia de 200 kilómetros, en simple y doble frecuencia.

Medición de puntos gps

Las campañas de medición GPS se realizaron durante el mes de mayo de 2018. El instrumental empleado consistió en un equipo Modelo R6 de doble frecuencia marca Trimble. En cada nodal se realizaron sesiones de cuatro horas de observación. Los receptores se configuraron con intervalos de registro de 5 segundos. En la Fig. 2 se observa la ubicación de los nodales utilizados y su distribución en el territorio provincial.

Tabla 1. Listado de nodales

Nodal	Lugar, Provincia
198	San Miguel de Tucumán
203	Rapelli (Sgo. del Estero)
200	Campo Gallo (Sgo. del Estero)
183	San Pedro de Guasayan (Sgo. del Estero)
184	Sgo. del Estero ciudad
195	Quimili (Sgo. del Estero)
171	San Antonio de la Paz (Catamarca)
178	Hoyon (Sgo. del Estero)
179	Colonia Dora (Sgo. del Estero)

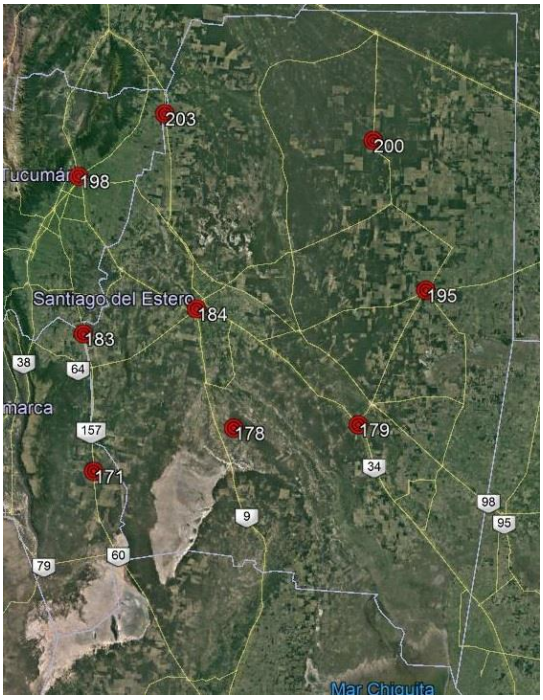


Figura 2. Distribución de nodales

3 PROCESAMIENTO DE DATOS

Para la obtención de la altura *h* se procesaron las observaciones obtenidas en cada uno de los distintos nodales, con todas aquellas estaciones permanentes situadas alrededor de dicho nodal, hasta una distancia que no supere los 200 kilómetros. Los archivos de observación correspondientes a cada una de las estaciones permanentes, se descargaron de la página oficial del Instituto Geográfico Nacional (www.ign.gob.ar). Estos archivos consisten en sesiones de veinticuatro horas de observación con intervalos de registro de 5 segundos.
Para el cruce de datos entre el punto nodal con cada una de las estaciones permanentes, se utilizó el software registrado bajo licencia TBC (Trimble Business Center).
Para la obtención de la altura *h*, se llevó acabo un doble procesamiento, en simple y doble frecuencia, entre el nodal dado y cada una de las estaciones permanentes dentro de un radio de 200 kilómetros. De esta manera se obtuvieron un par de valores de *h* por cada una de las estaciones con las que se procesó. Por ejemplo, para el nodal 198 de San Miguel de Tucumán, se consideraron dentro de la distancia de los 200 kilómetros, seis estaciones permanentes: *jbal* (Juan Bautista

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Alberdi), *tava* (Tafi del Valle), *trnc* (Trancas), *tucu* (Universidad Nacional de Tucumán), *tuc1* (Dirección general de Catastro de San Miguel de Tucumán) y *tero* (Dirección General de Catastro de Sgo. del Estero). Para este nodal se obtuvo un total de doce valores de *h*, seis obtenidos del procesamiento en simple frecuencia y seis valores en doble frecuencia.

Calculo de estadísticos

Para definir la altura elipsoidal de cada Nodal, se ensayó determinándose estadísticos tales como promedio simple (ecuación 2) y promedio ponderado por la inversa de la distancia (ecuaciones 3 y 4), tanto en simple como en doble frecuencia.

Finalmente también se ensayó una combinación de alturas procesadas en doble o simple frecuencia, según la longitud del vector superara o no los 90 km., respectivamente. En este caso también se determinaron el promedio simple y el ponderado.

$$h_{media} = \frac{\sum_{i=1}^{n} h_i}{n} \qquad (2)$$

$$h(pond) = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i * h_i}{\sum_{n=1}^{n} P_i} \qquad (3)$$

$$P = \frac{1}{Long.vector} \qquad (4)$$

4 RESULTADOS

A continuación se detalla desde la Tabla 2 hasta la Tabla 10, los valores de longitud del vector y altura *h* de los distintos nodales, obtenidos como resultado del procesamiento en simple y doble frecuencia.

En las mismas Tablas también se puede observar, en las dos últimas columnas de cada una, lo que se adoptó como criterio del análisis, lo denominamos combinación de frecuencias. Esta combinación de frecuencias, consistió en seleccionar de los procesamientos en simple frecuencia solo los vectores de hasta 90 kilómetros, y de los procesamientos en doble frecuencia los vectores comprendidos entre 90 y 200 kilómetros.

En la Tabla 11, se detallan los promedios simples y ponderados como así también los desvíos simples y ponderados de los valores de *h*, todos ellos calculados para los valores obtenidos tanto en simple como en doble frecuencia.

Finalmente en la Tabla 12, se detallan los valores de promedio, promedio ponderado, desvió y desvió ponderado, seleccionados a partir del criterio mencionado.

Tabla 2. Nodal 198

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal h (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencia
jbal	198	93517.728	93517.725	453.273	453.278	93517.725	doble
tava	198	51443.610	51443.586	453.333	453.284	51443.610	simple
trnc	198	67369.240	67369.214	453.326	453.279	67369.240	simple
tucu	198	3861.614	3861.612	453.343	453.338	3861.614	simple
tuc1	198	242.079	242.078	453.339	453.341	242.079	simple
tero	198	140784.021	140783.933	453.263	453.282	140783.933	doble

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 3. Nodal 203

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencia
jbal	203	172531.591	**172531.614**	426.584	426.600	172531.614	doble
tucu	203	**87919.213**	87919.196	426.576	426.607	87919.213	simple
tero	203	156571.756	**156571.665**	426.484	426.626	156571.665	doble
trcn	203	**79872.713**	79872.658	426.484	426.535	79872.713	simple
jvgo	203	146126.573	**146126.509**	426.540	426.533	146126.509	doble
tuc1	203	**84416.165**	84416.143	426.574	426.596	84416.165	simple
tava	203	130557.721	**130557.710**	426.474	426.549	130557.710	doble

Tabla 4. Nodal 200

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencias
tero	200	193209.814	**193209.816**	213.730	213.912	193209.816	doble

Tabla 5. Nodal 183

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencia
cata	183	**82685.760**	82685.803	405.472	405.490	82685.760	simple
jbal	183	**60915.720**	60915.740	405.443	405.425	60915.720	simple
tava	183	133443.387	**133443.422**	405.547	405.501	133443.422	doble
tero	183	91411.309	**91411.361**	405.590	405.583	91411.361	doble
trnc	183	191443.305	**191443.338**	405.632	405.408	191443.338	doble
tuc1	183	124378.493	**124378.517**	405.576	405.461	124378.517	doble
tucu	183	123333.496	**123333.515**	405.582	405.459	123333.515	doble

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 6. Nodal 184

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencia
cata	184	167569.389	**167569.380**	209.629	209.406	167569.380	doble
tero	184	**609.559**	609.558	209.345	209.340	609.559	simple
puma	184	174565.259	**174565.308**	209.532	209.554	174565.308	doble
jbal	184	136749.294	**136749.306**	209.541	209.338	136749.306	doble
tucu	184	142091.784	**142091.827**	209.683	209.308	142091.827	doble
tava	184	177193.45	**177193.508**	209.687	209.216	177193.508	doble
trnc	184	200095.656	**200095.714**	209.769	209.187	200095.714	doble
tuc1	184	140662.533	**140662.551**	209.668	209.313	140662.551	doble

Tabla 7. Nodal 195

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencia
puma	195	**73922.302**	73922.766	157.869	desacople	73922.302	simple
sury	195	167472.418	**167472.420**	157.854	157.778	167472.420	doble
tero	195	182107.132	**182107.350**	157.909	157.803	182107.350	doble

Tabla 8. Nodal 171

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencia
cata	171	**83628.143**	83628.118	296.107	296.085	83628.143	simple
tero	171	151120.503	**151120.424**	295.825	295.876	151120.424	doble
larj	171	178766.464	**178766.145**	296.324	296.431	178766.145	doble

Tabla 9. Nodal 178

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	Longitude	frecuencia
sury	178	139246.684	**139246.651**	143.818	143.769	139246.651	doble
tero	178	97651.682	**97651.608**	143.759	143.710	97651.608	doble
cata	178	178471.269	**178471.391**	143.705	143.760	178471.391	doble

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 10. Nodal 179

observación		longitud del vector (m)		altura elipsoidal *h* (m)		Combinación de frecuencias	
desde	hasta	simple frec.	doble frec.	simple frec.	doble frec.	longitud	frecuencias
puma	179	176148.729	**176148.708**	128.574	128.481	176148.708	doble
sury	179	**66231.941**	66231.925	128.557	128.533	66231.941	simple
tero	179	156732.640	**156732.636**	128.526	128.500	156732.636	doble

Tabla 11. Valores de *h*

Nodal	Simple frecuencia				Doble frecuencia			
	Promedio	Ponderado	Desvío	Ponderado	Promedio	Ponderado	desvío	Ponderado
198	453.313	453.339	0.035	0.045	453.300	453.340	0.030	0.053
203	426.564	426.556	0.080	0.080	426.578	426.577	0.038	0.038
183	405.549	405.530	0.068	0.071	405.475	405.474	0.058	0.058
184	209.607	209.353	0.132	0.302	209.333	209.340	0.114	0.114
195	157.877	157.874	0.028	0.029	157.791	157.790	0.013	0.013
171	296.085	296.080	0.250	0.250	296.131	296.108	0.280	0.282
178	143.761	143.764	0.057	0.057	143.746	143.741	0.032	0.033
179	128.552	128.553	0.024	0.024	128.505	128.514	0.026	0.029

Tabla 12. Combinación de frecuencias

Nodal	Combinación de frecuencias			
	Promedio	Ponderado	Desvío	Ponderado
198	453.317	453.339	0.029	0.038
203	426.563	426.556	0.046	0.047
183	405.475	405.480	0.055	0.055
184	209.333	209.345	0.114	0.114
195	157.817	157.833	0.047	0.051
171	296.138	296.119	0.279	0.280
178	143.746	143.741	0.032	0.033
179	128.513	128.528	0.040	0.044

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

5 CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran, a partir del análisis de los desvíos estándar de cada combinación ensayada, que, en la mayoría de los casos, la combinación de frecuencias, según longitud del vector, tiene una ligera ventaja sobre utilizar una única frecuencia de procesamiento.
Por su parte, siendo que en solo en una de las 24 combinaciones analizadas, la diferencia entre las alturas promedio supera los 9 cm, esta resulta una metodología recomendable si se pretende modelos de geoide dentro de los 20 cm de precisión.

6 REFERENCIAS

Goldar J. E. y Gutiérrez C. A. *Modelo de geoide para la provincia de Santiago del Estero, estado actual*. Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA VOLUMEN VIII. (ISSN 1853–7871) C.D. UNT 2012, Tucumán, Argentina.

Huerta E., Mangiaterra A., Noguera G. *GPS Posicionamiento satelital*. UNR editora. Rosario. 2005.

Instituto Geográfico Nacional http://www.ign.gob.ar/NuestrasActividades/Geodesia/Ramsac/DescargaRinex. 03/05/2018.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Impacto de la Evaluación Virtual en la Evaluación Presencial

Tarifa, Héctor R.[1]; Condorí, Patricio O.[1]; Saravia, Jaime I.[1] y Grágeda, Adelma B.[1]
Álgebra y Geometría Analítica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.
alga.unju@gmail.com;

RESUMEN:
El uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación, en estos tiempos, es la más significativa innovación en todos los niveles del sistema educativo. Esto está produciendo un conjunto de modelos de enseñanza-aprendizaje, de prácticas docentes, de materiales, de formas de interacción en la evaluación; todo lo cual es interesante, no solo comprender sino también analizar, evaluar y tal vez resignificar.
El proceso de virtualización sobrepasa la digitalización de textos escritos; se trata de un feedback, de sugerencias basadas en el diálogo de saberes específicos entre quien porta conocimientos acerca de un área disciplinar y quienes cuentan con saberes potentes para contribuir en la configuración de ese saber disciplinar como saber enseñable.
Este artículo tiene por objetivo, en primer lugar, mostrar los resultados obtenidos al realizar una primera experiencia de virtualización de la evaluación. Específicamente, se propuso a alumnos de la cátedra Álgebra y Geometría Analítica de la Facultad de Ingeniería UNJu, la realización de una autoevaluación virtual de iguales características a la evaluación presencial. En segundo lugar, observar de qué manera impacta la realización de la autoevaluación virtual en la ejecución de la evaluación presencial. Esto último por medio de un análisis comparativo.

ABSTRACT:
The use of information and communication technologies in education, in these times, is the most significant innovation at all levels of the education system. This is producing a set of teaching-learning models, teaching practices, materials, forms of interaction in the evaluation; all of which is interesting, not only understand but also analyze, evaluate and perhaps resignify.
The process of virtualization goes beyond the digitization of written texts; it is a feedback, suggestions based on the dialogue of specific knowledge between those who carry knowledge about a disciplinary area and those who have powerful knowledge to contribute to the configuration of that disciplinary knowledge as teachable knowledge.
The purpose of this article is, first of all, to show the results obtained when conducting a first virtualization experience of the evaluation process. Specifically, it was proposed to the students of the chair: Algebra and Analytical Geometry of the Engineering Faculty of the UNJu the realization of a virtual self-evaluation of equal characteristics to the face-to-face evaluation. Secondly, to observe how the realization of the virtual self-evaluation impacts on the execution of the face-to-face evaluation. The latter by means of a comparative analysis.

Palabras claves: TIC, Evaluación, Matemática, Virtualización

Keywords: TIC, Evaluation, Mathematics, Virtualization

1 INTRODUCCIÓN

De los cambios producidos en la dinámica educativa, el uso de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, es la más significativa innovación en todos los niveles del sistema educativo. Esto está produciendo un conjunto de modelos de desarrollo, de lógicas de enseñanza, de prácticas docentes, de materiales, de formas de interacción de evaluación, todo lo cual es interesante no solo comprender sino también analizar, evaluar y tal vez resignificar (Mena, 2013).

Así pues, el uso de las TIC en el campo educativo y más en concreto en la didáctica de la matemática, está ocasionando importantes modificaciones en la práctica docente. La clase tradicional de matemática con pizarra, tiza y papel está pasando a ser un espacio ocupado también por equipos informáticos y conexión de banda ancha.

Por otro lado, la Ley Nacional de Educación dedica un apartado completo respecto del uso de las tecnologías y otro a la educación a distancia. En este sentido, es necesario hacerse eco de estas políticas, promoviendo y acompañando las tareas de virtualización de materiales educativos para su incorporación en la enseñanza de las distintas asignaturas.

El proceso de producción de materiales va mucho más allá de la digitalización de los textos escritos; se trata de un ida y vuelta, de sugerencias basadas en el diálogo de saberes específicos entre quien porta conocimientos acerca de un área disciplinar determinada –fuente de los objetos a transmitir– y quienes cuentan con saberes potentes para contribuir en la configuración de ese saber disciplinar como saber enseñable, en pos de ser apropiados por los destinatarios de la propuesta educativa (Ducant, 2013).

Todo esto trae como consecuencia que el acto educativo se desarrolle en un nuevo escenario, el cual requiere que se diseñe y valide estrategias y recursos tecnológicos adaptados a las necesidades de los estudiantes. Para esto se puede, entre otras posibilidades, integrar las distintas herramientas web 2.0, software específico, organizadores gráficos, simuladores, etc. al proceso de formación o bien aplicar metodologías para la creación de objetos de aprendizaje ó metodologías para el diseño instruccional. Logrando de esta manera no solo el aprendizaje de los conceptos de las asignaturas sino también reforzar lo aprendido interactuando con el objeto de aprendizaje.

Este artículo tiene por objetivo, en primer lugar, mostrar los resultados obtenidos al realizar una primera experiencia en el proceso de virtualización del proceso de evaluación. Más específicamente se propuso a los alumnos de la cátedra: Álgebra y Geometría Analítica la realización de una autoevaluación virtual de iguales características a la evaluación presencial. En segundo lugar observar de qué manera impacta la realización de la autoevaluación virtual sobre la elaboración de la evaluación presencial. Esto último se llevo a cabo mediante un análisis comparativo.

En el apartado 2 se caracteriza tanto la enseñanza presencial como la virtual y se analiza sintéticamente que ocurre con la evaluación en ambos casos. En el apartado 3 se destacan, luego de una breve conceptualización de la enseñanza b–learning, las ventajas que posee este tipo de enseñanza. En el apartado 4 se presenta el método comparativo, mientras que en el apartado 5 se describe la experiencia y se presentan los resultados respectos de las fechas y la participación del alumnado. Por último se presenta el análisis comparativo propuesto y se finaliza con las conclusiones y los trabajos posteriores.

2 ENSEÑANZA PRESENCIAL, VIRTUAL Y EVALUACIÓN

En la enseñanza presencial, el desarrollo de los procesos educativos está centrado en el docente, es este quien cumple un rol protagónico, quien conjuga el uso de los recursos didácticos por medio de los que logra la transmisión de los conocimientos. Es el profesor el encargado de conducir el acto educativo, trazar las líneas de aprendizaje que debe seguir el educando y proveerles de los recursos necesarios para que logren los objetivos previstos.

Las actividades que conducen los procesos de aprendizaje son, en la mayoría de los casos, individuales, aunque se desarrollan en un contexto social y cultural. El objetivo de estas actividades es ser un medio para llevar a cabo un proceso de interiorización en el que cada estudiante concilie los nuevos conocimientos a sus estructuras cognitivas previas. De esta manera la construcción del conocimiento tiene dos afluentes: uno personal y otro social.

Si bien la educación presencial permite una interacción docente–alumno más cercana,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

condiciona la participación de otros estudiantes y no brinda la posibilidad de flexibilizar horarios ni de actualización de contenidos de la misma manera que las modalidades que emplean la tecnología.

La educación a distancia surge para satisfacer las necesidades educativas de aquellas personas que por diferentes causas no podían incorporarse al sistema presencial. En la actualidad –debido al gran desarrollo y extensión de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación– se suele identificar educación a distancia con educación virtual.

La educación virtual cuenta con la ventaja de ajustarse en tiempo, espacio, forma y necesidades de aprendizaje del estudiante al mismo tiempo que facilita el manejo de la información ya que esta mediada por las TIC. En la actualidad muchas personas optan por el aprendizaje virtual, no desde una situación de carencia de oportunidades de acceso, sino desde una postura netamente conveniente.

Conceptualmente la enseñanza virtual puede entenderse como aquella que se realiza fuera del aula; haciendo uso principalmente, de recursos tecnológicos que van desde internet, páginas web, hasta videoconferencias, pasando por blogs, correo electrónico, chat, etc. Vale decir que las características principales de este tipo de enseñanza son: estar mediada por un dispositivo electrónico, la comunicación no es en tiempo real y cuenta con un conjunto de apoyos disponibles en línea (Churchill, 2004).

La Tabla 1 caracteriza los dos sistemas de enseñanza desde el punto de vista del proceso educativo.

Tabla 1. Características de la educación presencial y la educación virtual.

Educación presencial	Educación virtual
Promueve el aprendizaje grupal	Promueve el aprendizaje individual
Facilita la socialización	Facilita la iniciativa individual
Se organiza de acuerdo al grupo	Se organiza de acuerdo a las individualidades
Permite el refuerzo inmediato de los procesos	Permite una atención ajustada a las necesidades de cada alumno
El conocimiento está básicamente en el docente y es complementado con otros medios didácticos	El conocimiento está en distintas fuentes de información a las que el docente hace referencia
Los materiales didácticos están supeditados a las directrices del profesor	Los materiales didácticos son el soporte básico de transmisión de la información
La verbalización y la gesticulación son los métodos didácticos básicos	La escritura y los gráficos son los métodos didácticos básicos
El profesor impone el ritmo de progreso en los aprendizajes	El alumno marca su ritmo de progreso en sus aprendizajes

En la enseñanza virtual, la evaluación de los aprendizajes es un proceso básico para superar las distintas dificultades que se presentan en el proceso de enseñanza y aprendizaje, si bien esto también se cumple para la enseñanza presencial, se pierde el contacto frecuente cara a cara con el cual se posibilita la evacuación de dudas y la retroalimentación inmediata a los avances y retrocesos de los alumnos.

En la educación a distancia en general y en la virtual en particular, el profesor interactúa con el alumno por medio de los recursos tecnológicos, lo que trae como consecuencia la inexistencia de un lenguaje gestual, corporal y oral; debiéndose sincronizar la comunicación en tiempo real. Gran parte de ésta se centra en las actividades que el estudiante realiza y las observaciones y comentarios escritos que realiza el profesor acerca del desempeño que observa Pappas, Lederman y Broadbent (2001).

El docente pierde el rol de transmisor del conocimiento y deja de ser también, el mediador entre el alumno y los contenidos – los que se encuentran inmersos en el propio curso– para convertirse en un permanente evaluador de los aprendizajes de cada uno de sus estudiantes. Por otro lado analiza y valora todas las producciones de los estudiantes para consolidar y reorientar el proceso educativo.

En ese sentido en la educación virtual, la evaluación continua de los aprendizajes es esencial y por lo tanto resulta conveniente que se lleve a cabo mediante diferentes instrumentos que permitan apreciar el avance de cada alumno en los

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

distintos tópicos por los que transita al adquirir el conocimiento.

3 ENSEÑANZA B–LEARNING

Una forma de enseñanza que es considerada como uno de los aspectos fundamentales para el éxito de la innovación y de la mejora de la calidad en el aprendizaje, es la combinación de la enseñanza presencial con modalidades virtuales, conocidas como blended learning ó más comúnmente b–learning.

Al respecto Bartolomé (2004) establece:

"El blended learning es un modelo de aprendizaje en el que el estudiante tiene que desarrollar habilidades tan importantes para su vida futura en esta sociedad, entre esas habilidades se pueden mencionar: buscar y encontrar información relevante en la red; desarrollar criterios para valorar esa información, poseer indicadores de calidad; aplicar información a la elaboración de nueva información y a situaciones reales; trabajar en equipo compartiendo y elaborando información; tomar decisiones en base a informaciones contrastadas; tomar decisiones en grupo".

En el modelo de enseñanza presencial el alumno tiene un rol pasivo, esto no favorece el desarrollo de estas competencias ya que cada alumno crea su propio estilo de aprendizaje; mientras tanto el modelo de enseñanza semipresencial fomenta en el estudiante el desarrollo de estas competencias como parte de su aprendizaje.

Haciendo eco de las palabras de Lanz (2001) citado por Inciarte y Villalobos (2005):

"En una sociedad fuertemente modelada por la educación, ésta tiene un carácter fundamental para el desarrollo del país, centrándose en la necesidad de una nueva visión, un nuevo currículo, con herramientas tecnologías diversas, docentes innovadores, participativos, creativos y actores del proceso educativo"

El surgimiento del b–learning fue impulsado por el hecho de que en las últimas décadas se incorporara a la enseñanza presencial, elementos tecnológicos con el fin de estimular el aprendizaje en los alumnos.

Este nuevo modelo que, con elementos de la educación presencial, incorpora el uso de una plataforma virtual como apoyo en diversos procesos didácticos, destacándose los de comunicación asincrónica y los de evaluación automatizada, entre otros muchos. Según Mortera (2007) citado por Martínez Martínez y Heredia Escorza (2009):

"En los ambientes de aprendizaje combinado se trata de maximizar los beneficios de los métodos de enseñanza presenciales y los que provee la tecnología al utilizar tanto Internet como los medios computacionales y audiovisuales".

Las ventajas que se atribuyen a esta modalidad de aprendizaje son la unión de las ventajas de las dos modalidades que combina. Por parte de la educación virtual: el trabajo independiente del alumno, la reducción de costos ocasionados habitualmente por el transporte y alojamiento, la eliminación de barreras espaciales y la flexibilidad temporal, ya que para realizar las actividades del curso no es necesario que todos los participantes coincidan espacio temporalmente.

Por parte de la educación presencial: aplicación directa de los conocimientos, interacción física, lo que incide notablemente en la motivación de los estudiantes, facilidad en el establecimiento de vínculos y ofrecer la posibilidad de realizar actividades más complicadas que las que se realizan de manera puramente virtual.

Las actividades que se desarrollan en esta modalidad se llevan a cabo en un aula virtual. Los elementos que la componen surgen de una adaptación del aula tradicional a la que se agregan adelantos tecnológicos accesibles a la mayoría de los usuarios y en la que se reemplazan factores como la comunicación directa, por una comunicación asincrónica. Básicamente el aula virtual contiene herramientas que permiten: la distribución de la información, el intercambio de ideas y experiencias, la aplicación y experimentación de lo aprendido y la evaluación de los conocimientos, entre otras tantas cuestiones.

Los contenidos curriculares se imparten por interacciones permanentes entre alumno–docentes y alumno–alumno, con la intención de intensificar el trabajo colaborativo y grupal, a través de las múltiples posibilidades que brinda la plataforma.

4 EL MÉTODO COMPARATIVO

Son indudables los avances que se han producido en lo que al mundo del conocimiento respecta. Este hecho fue modificando la forma de pensar de los investigadores a tal punto que la perspectiva que guía la búsqueda del conocimiento fue variando y en la actualidad se tiene una concepción más amplia del significado de método científico.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

En un principio los métodos que eran catalogados como científicos, eran aquellos que tenían como característica básica la reproductibilidad y se utilizaban esencialmente en las ciencias exactas y naturales. Con el arribo de nuevas corrientes filosóficas, surge entre los estudiosos de las ciencias sociales, una polémica: en estas ciencias la reproductibilidad no puede darse de la misma manera que en las ciencias naturales y exactas, por lo tanto se cuestiona que el método utilizado en las ciencias de la sociedad, sea científico.

Cuestionamientos similares fueron realizados a los estudios comparados que se efectúan en ciencias como la sociología o la educación.

Según sostienen Fuentes – Romero y Rodríguez Fernández (2009):

"Existe, además, otra polémica relacionada con la autenticidad del método comparativo. Algunos autores afirman que la comparación es inherente a cualquier procedimiento científico, es decir, que el método científico es inevitablemente comparativo, puesto que para verificar una hipótesis es necesario comparar los resultados obtenidos después de manipular determinadas variables y observar los resultados. Pero esto no supone que siempre que se compare se haga siguiendo unos procedimientos científicos.

Para que esto ocurra se tienen que dar los siguientes pasos, presentados de una manera breve y general: determinar los objetos a comparar; en qué aspectos son comparables y, además, seguir unas estrategias de análisis para llegar a unas conclusiones".

El objetivo de llevar a cabo un estudio comparado es examinar tendencias, determinar si existen convergencias ó divergencias y buscar con la mayor precisión posible, la causa de los fenómenos observados. Evidentemente esto implica la búsqueda de semejanzas y diferencias en el esquema general de un marco teórico que ayude a la determinación de hechos cruciales.

La metodología propia de los estudios comparados consta de cuatro fases García Garrido (1982):

a) Descripción: esta fase tiene primordialmente dos tareas: determinar los indicadores (unidades de análisis) y la obtención y el análisis de la información. Lo que se debe buscar aquí es adquirir un conocimiento amplio y completo de aquello que se pretende comparar.

b) Interpretación: lo que aquí se busca tiene una doble arista, por un lado detectar y eliminar las imprecisiones y errores en los datos e informaciones recabados anteriormente. Por otro lado analizar e interpretar lo más detalladamente posible estos mismos datos e informaciones.

c) Yuxtaposición: esta etapa es de carácter relacionante, aquí se confrontan diferentes estudios sobre aquellos hechos que se pretenden comparar. La tarea a realizar es la elaboración de fichas descriptiva de los hechos estudiados y la presentación de estos datos por medio de tablas, gráficos, cuadros comparativos, etc.

d) Comparación: a esta etapa se llega como consecuencia de los análisis realizados en las etapas anteriores, sobre todo de la yuxtaposición. Vale decir que si en la etapa anterior se confrontan los estudios de los hechos que se analizan y se establecía con claridad el cuadro de la comparación, aquí el objetivo principal es el de valorar y extraer conclusiones estableciendo una clara distinción entre los fundamental y lo accidental.

Como en toda investigación científica –también en los estudios comparados– un tema clave es la recolección de datos. Se debe tener en cuenta que a diferencia de los estudios o investigaciones sobre un tema específico, los datos para los estudios comparados deben permitir conocer por lo menos dos objetos o hechos educativos: sistemas de enseñanzas, esquemas curriculares, trayectorias académicas, tipos de didácticas, metodologías, etc. Se debe considerar, según sostiene Olivera Lahore (2008), dos aspectos: primero, decidir qué datos resultan pertinentes y cuáles no; como reunirlos y como presentarlos para que tengan sentido. Se debe construir entonces, un modelo analítico acerca del hecho que se desea estudiar. El segundo aspecto, es más característico de los estudios comparados y consiste en determinar el camino para lograr que el modelo anterior sea aplicable inequívocamente a los dos o más hechos que se desean comparar, ya que si los datos sobre estos hechos se refieren en realidad a cuestiones distintas, no habrá comparación posible.

Otra cuestión que se debe tener en cuenta en los estudios comparados es el hecho de que un dato, para ser útil, debe ser presentado con relación a algo más. Esto trae como consecuencia la sustitución de una lista ordenada de variables por una estructura de relaciones entre los datos.

En palabras de Raventós Santamaría (1983)

"Para que un trabajo pueda considerarse como propiamente comparativo, debe examinar dos o más cuestiones de naturaleza parecida, las variables de la comparación, pueden ser la resultante de diferencias geográficas, históricas,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

metodológicas, etc. En cualquier caso, para que pueda establecerse la comparación debe conocerse: qué es lo que se compara (lo cual supone una pluralidad de sujetos); dónde y cuándo se compara, es decir, una localización espacial y temporal; cómo se compara (de forma descriptiva, causal, etc.); y en qué sentido se compara (de forma sincrónica o diacrónica). Sólo a partir de estas cuestiones será posible afrontar un análisis propiamente comparativo".

Los estudios comparados en educación centran su interés en el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula, abordando, entre otros temas, didáctica, uso e incorporación de nuevas tecnologías, formación y capacitación docente, así como procesos de orientación educativa.

Al incorporar las nuevas tecnologías a la educación, se espera que estas tengan un impacto positivo debido al papel primordial que juegan las TIC en la llamada Sociedad de la Información. Se hace referencia aquí al argumento de Coll (2008), según el cual en el nuevo escenario social, económico, político y cultural que se vive actualmente, el conocimiento se ha convertido en la mercancía más valiosa de todas, por lo tanto la educación y la formación son las vías para producirla y adquirirla.

La incorporación de las TIC a la educación en general, ha producido una transformación de los escenarios educativos tradicionales ya que, por un lado, hacen posible que más personas puedan acceder a la formación mediante la supresión de las barreras espaciales y temporales. Por otro lado estas nuevas tecnologías disponen de nuevos recursos y posibilidades educativas y su uso hace posible el aprendizaje en prácticamente cualquier escenario.

Como sigue diciendo Coll (2008):

"Sin embargo, este argumento no ha encontrado hasta ahora un apoyo empírico suficiente. Aunque las razones de este hecho son probablemente muchas y diversas, lo cierto es que resulta extremadamente difícil establecer relaciones causales fiables e interpretables entre la utilización de las TIC y la mejora del aprendizaje de los alumnos en contextos complejos, como son sin duda los de la educación formal y escolar, en los que intervienen simultáneamente otros muchos factores. De este modo, los argumentos en favor de la incorporación de las TIC a la educación formal y escolar devienen en realidad a menudo un axioma que, o bien no se discute, o bien encuentra su justificación última en las facilidades que ofrecen para implementar unas metodologías de enseñanza o unos planteamientos pedagógicos previamente establecidos y definidos en sus lineamientos esenciales".

Todo lo anterior trae como consecuencia un profundo cambio que va más allá de los planes de estudio de las asignaturas; es un cambio en la mentalidad tanto del docente para enfrentar esta nueva modalidad de enseñanza, como en la del alumno para enfrentar esta nueva forma de aprendizaje.

Los recursos tecnológicos que proveen las TIC exigen una nueva configuración de los procesos didácticos y metodológicos tradicionalmente utilizados, en consecuencia se plantea un cambio en los roles desempeñados por las personas intervinientes en el acto educativo. El saber no tiene por qué recaer sobre el profesor sino que este debe alcanzar dimensiones más importantes como la de actuar como tutor, coordinador y diseñador del proceso didáctico, proponer, elaborar y ejecutar nuevas situaciones instruccionales para el alumno, redactar textos y materiales de estudio, etc. La función del estudiante no es la de mero receptor de la información, sino que debe preocuparse por ser protagonista de su aprendizaje, prestar atención al proceso y no tanto al producto, estar preparado para la toma de decisiones, es síntesis, estar preparado para su autoaprendizaje, lo cual representa un desafío para el actual sistema educativo.

5 DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA Y RESULTADOS

Los integrantes de las cátedras: Algebra y Geometría Analítica y Análisis Matemático II de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy, conforman un grupo de investigación, cuya principal preocupación es mejorar la calidad educativa, analizando el proceso de enseñanza y de aprendizaje de los alumnos inscriptos en las respectivas cátedras.

En la actualidad desarrollan el proyecto: "Estudio y evaluación de estrategias y recursos tecnológicos para la creación de material didáctico mediado por TIC (Código D/0153 Secter – UNJu) aprobado por Resolución Rectorado Nº 441/17.

Uno de los objetivos del proyecto es que la aplicación de las nuevas tecnologías promuevan el desarrollo de competencias técnicas y tecnológicas de los estudiantes, fomenten el trabajo

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

colaborativo, la resolución de problemas y estimulen la creatividad.
Dado que el espacio virtual representa el paradigma que tiende a ser dominante en el mundo actual y que esta tendencia no es ajena al escenario educativo, se propone la virtualización de las prácticas de enseñanza y de aprendizaje. Más específicamente el diseño y validación de recursos didácticos mediados por TIC como también su implementación en las aulas virtuales de las cátedras como complemento de las clases presenciales.
En la presente oportunidad se propuso la virtualización de una de las tres evaluaciones parciales que se llevan a cabo en la cátedra: Álgebra y Geometría Analítica. Posteriormente se invito a los alumnos a que realizaran, en el aula virtual, esta actividad y pudieran de esta manera autoevaluarse en los temas que se evaluarían en forma presencial.
La evaluación virtual tuvo idénticas características a la evaluación presencial: tiempo de duración, dos horas, estructurada con ejercicios de elección dicotómica, completamiento y de opción múltiple. Cabe destacar que una vez finalizada la actividad virtual, inmediatamente el alumno puede observar los resultados correctos en los casos de haber respondido incorrectamente a la consigna propuesta, como así también el puntaje total obtenido.
De esta manera se buscó ver qué impacto tuvo la actividad virtual propuesta sobre la misma actividad presencial, para lo cual se compararon los resultados obtenidos en la evaluación virtual con la obtenida en la evaluación presencial de los alumnos que participaron de la experiencia.
La evaluación presencial tiene dos instancias, en la primera fecha se pueden presentar todos aquellos alumnos que cursen la asignatura, mientras que la segunda fecha está destinada a aquellos alumnos que no alcanzaron la nota mínima ni para regularizar ni para promocionar o bien habiendo alcanzado la nota de regularización, desean promocionar la materia.
La Tabla 2 resume las fechas de las respectivas actividades.

Tabla 2. Fechas de evaluaciones

Evaluación presencial		Evaluación virtual	
1^{era} fecha	2da fecha	Fecha apertura	Fecha de cierre
30/08/2017	25/09/2017	14/08/2017	30/09/2017

La autoevaluación virtual fue habilitada con más de dos semanas de anticipación respecto de la primera fecha en la que se llevo a cabo la evaluación presencial y concluyo cinco días después que se llevo a cabo la segundo fecha. Vale decir que la actividad estuvo a disposición del alumnado más de 45 días.

5.1 La participación

Se registraron 107 visitas a la actividad de autoevaluación, de un total de 540 alumnos que se presentaron a rendir la evaluación presencial en la primero y/o segunda fecha. De las visitas registradas, el 41% no realizaron la actividad, es decir, solo ingresaron al aula virtual a observar en qué consistía, como estaba estructurada y el puntaje asignado a la actividad. El restante 59% si bien participaron de la actividad, no todos la terminaron. Esto significa que los alumnos posiblemente realizar las actividades propuestas pero no enviaron el correspondiente formulario y consecuentemente no se le asignó puntaje alguno.
De los alumnos participantes de la autoevaluación virtual, el 52% completaron más de la mitad de la actividad y de ellos, solo el 18 % utilizaron los dos intentos que permitía la actividad. Estos datos se reflejan en la Tabla 3 y la Fig. 1.

Tabla 3. Porcentaje de alumnos que completaron la actividad.

Participantes de la actividad	
Completaron la autoevaluación	52 %
No completaron la autoevaluación	48%

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

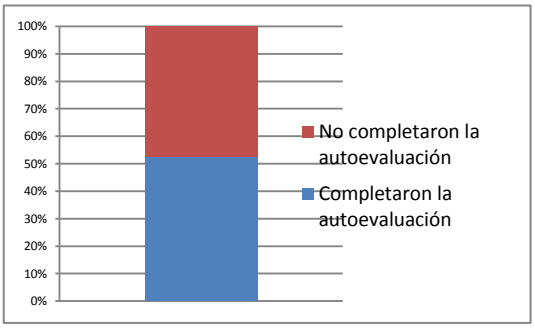


Figura1. Porcentaje de alumnos que completaron la actividad.

6 ANÁLISIS COMPARATIVO

Las dos primeras columnas de la Tabla 4 reflejan las categorías en las que se encuadra cada alumno según la nota obtenida en las evaluaciones. Nótese que existe una cuarta categoría (no rindió) para aquellos alumnos que si bien realizaron la actividad de autoevaluación virtual no realizaron la actividad de evaluación presencial.

Tabla 4. Detalle de las categorías según las notas de las evaluaciones y porcentaje de alumnos en cada una de ellas.

Categoría	Rango de notas (n)	Auto-evaluación virtual (%)	Evaluación presencial (%)
Promoción	$70 \leq n \leq 100$	33	52
Regular	$60 \leq n < 70$	21	18
Desaprobado	$n < 60$	46	27
No rindió			3
Total		100	100

De los alumnos que participaron de la autoevaluación virtual, el 52% promocionó la evaluación presencial, vale decir que sobre pasó a la misma categoría de la autoevaluación virtual en prácticamente veinte puntos porcentuales. Un impacto positivo y considerable.
En la categoría regular paso lo inverso a lo explicado anteriormente, ya que de los participantes de la actividad virtual, el 18% obtuvo esta categoría, mientras que en la autoevaluación virtual fue el 21%.
El 46% de los participantes de la actividad virtual obtuvieron la categoría desaprobado, mientras que tan solo el 27% obtuvo la misma categoría en la evaluación presencial. Nuevamente un impacto positivo para la evaluación presencial, respecto de la virtual ya que hay a favor de la primera de prácticamente veinte puntos porcentuales.
Finalmente el 3% de los alumnos que participaron de la actividad virtual no realizó la evaluación presencial.
En la Fig. 2 se puede comparar los resultados porcentuales, en las distintas categorías, de la autoevaluación virtual y de la evaluación presencial. Nótese que para este último caso, el 70% de los participantes obtuvo una nota de aprobación de la evaluación (regular y promoción), mientras que el 30% restante se encuadra en la categoría desaprobado.

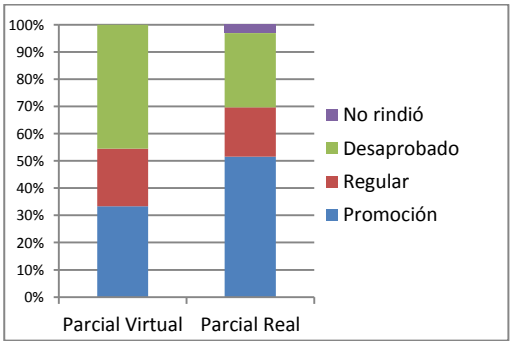


Figura 2. Porcentaje de alumnos en cada categoría de la Tabla 4.

7 CONCLUSIONES Y TRABAJOS POSTERIORES

La propuesta de la virtualización de una evaluación, sin duda alguna ha influido positivamente en el proceso de aprendizaje de los alumnos. No obstante sigue siendo un reto el uso estratégico de las TIC para lograr un aprendizaje significativamente mejor y aportar de esta forma a que los alumnos tengan un mayor desempeño académico.
Al incorporar las TIC en el proceso de enseñanza y de aprendizaje se intenta aprovechar la potencialidad de estas tecnologías para promover nuevas formas de aprender y enseñar. Esta cuestión no solo debe ser asimilada por el docente, sino también por los estudiantes ya que son ellos

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

los destinatarios de las actividades propuestas. Específicamente en este caso se debe promover más la realización de las actividades virtuales ya que solo el 20% de los alumnos en condiciones de realizar la evaluación presencial, participó de la propuesta.

Este artículo muestra que no solo el hecho de usar las TIC ayuda a mejorar el desempeño de los estudiantes, sino el uso de las mismas enfocada en actividades específicas y lo más cercana a la realidad que tendrán que vivir los alumnos, lo que permite conjeturar esta tendencia.

Es importante profundizar en el avance del empleo de las TIC en las aulas universitarias y lograr identificar cuáles modelos son los que brindan mayores y mejores impactos. Como así también continuar con la implementación de estas herramientas en otros aspectos del desarrollo del acto educativo para seguir monitoreando, evaluando e intercambiando experiencias valiosas. Para lograr esto último se propone como trabajo futuro virtualizar las otras evaluaciones de la cátedra, incentivando a una mayor participación de los alumnos y poder lograr unos resultados estadísticamente significativos.

8 REFERENCIAS

Mena, M. (2013). El complejo proceso de virtualización en los diferentes niveles y contextos. Revista Tendencias. Año 7 Número 13. Córdoba. Argentina. Año 2013.

Ducant, Emilio; Ruiz Juri, María y Santillán Arias, María Belén (2.013). La producción de materiales educativos para la EAD en la UBP. Una mirada pedagógico-comunicacional sobre los contenidos y las actividades. Revista tendencias. Año 7 Número 13. Córdoba. Argentina. Año 2013.

Churchill, A. (2004). Ensuring quality in online higher education courses. University of Massachussets: Center for Education Policy. Disponible en www.umass.edu/senate/adhoc/online_report_full.pdf. Consultado el 20 de marzo de 2018.

Pappas, G., Lederman, E. y Broadbent, B. (2001). Monitoring student performance in online courses: new game- new rules. Journal of Distance Education 16(2). 66-71.

Bartolomé, A. (2004). Blended Learning. Conceptos básicos. Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación, 23, pp. 7-20. Recuperado el 20 de marzo de 2018 de: http://www.lmi.ub.es/personal/bartolome/articuloshtml/04_blended_learning/documentacion/1_bartolome.pdf

Inciarte, M. y Villalobos G., F. (2005). Consideraciones teórico metodológicas para el entendimiento de la educación comparada. Recuperado el 12 octubre de 2017 de: http://www.google.com.ar/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CCkQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.produccioncientificaluz.org%2Findex.php%2Fencuentro%2Farticle%2Fdownload%2F901%2F903&ei=y1JiVa62H8eWgwSjg4LgBQ&usg=AFQjCNE-2m4wJIaOLp0EtySxhhi2uPs5mw&bvm=bv.93990622,d.eXY&cad=rja

Martínez Martínez, R. y Heredia Escorza, Y. (2010). Tecnología educativa en el salón de clase: estudio retrospectivo de su impacto en el desempeño académico de estudiantes universitarios del área de informática. Revista mexicana de investigación educativa. ISSN 1405-6666. RMIE vol.15 no.45 México abr./jun.2010, pp. 371-390. Consejo Mexicano de Investigación Educativa, A.C. Distrito Federal, México. Recuperado el 12 de octubre de 2017 de: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14012507003

Fuentes-Romero, J. y Rodriguez Fernández, V. (2009). Una revisión bibliográfica de los estudios comparativos. Su evolución y aplicación a la ciencia de las bibliotecas. Revista Interamericana de Bibliotecología. Medellín (Colombia) Vol. 32 No. 2 julio-diciembre de 2009. ISSN 0120-0976. Recuperado el 12 octubre de 2017 de: http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/RIB/article/viewFile/5071/4431

García Garrido, J. L. (1982). Educación Comparada. Fundamentos y Problemas. España: Dykinson.

Olivera Lahore, C. (2008). Introducción a la Educación Comparada. San José, Costa Rica: EUNED (Editorial Universidad Estatal a Distancia). Recuperado de: https://books.google.com.ar/books?id=smx1eyXqX2cC&pg=PA12&lpg=PA12&dq=c%C3%B3mo+lograr+que+dicho+modelo+de+an%C3%A1lisis+sea+aplicable+inequ%C3%ADvocamente+a+los+dos+o+m%C3%A1s+objeto&source=bl&ots=3xgWZJtBJr&sig=aXwhO9zXaLjfPi0qCTN5YlRhVys&hl=es&sa=X&ei=jTRmVYHPBtaQsQTDxIDYCw&ved=0CBwQ6AEwAA

Raventós Santamaría, F. (1983). El fundamento de la metodología comparativa en educación. Pedagogía Comparada. EDUCAR. Departamento de Pedagogía Aplicada de la Universidad Autónoma de Barcelona. Vol. 3. pp. 61-75. Recuperado de: http://educar.uab.cat/article/view/553/536

Coll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Modelos de ondulaciones geoidales del área de Riego del Río Dulce, a partir de puntos nodales de la RN-Ar

Gerez, Gonzalo N.[1]; Goldar, Jose E.[1]; Sández, Daniel A.[1]; Pasté, José F.[2] y Bolañes, Víctor R.[1]

1.- Departamento de Agrimensura, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad de Santiago del Estero - 4200 Santiago del Estero, Argentina.
2.- Departamento de Recursos Hídricos, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías; Universidad de Santiago del Estero - 4200 Santiago del Estero, Argentina
gongerez@gmail.com;

RESUMEN: Los modelos de ondulaciones geoidales son generados mediante interpolación entre valores de ondulación medida, dentro de la zona que se pretende modelar. La calidad del modelo obtenido depende, entre otros factores, de la calidad de la interpolación. Este trabajo presenta la comparación entre modelos de ondulaciones geoidales para el área de riego del Río Dulce en Santiago del Estero, generados a partir de 9 puntos nodales, referidos al nuevo sistema de referencia vertical (SRVN16) de la Red Argentina de Nivelación (RN-Ar) del IGN. Para el modelado se utilizó 5 métodos de interpolación y para la validación de cada modelo, se recurrió a "tabla de aprendizaje y tabla de prueba"; el cual consiste en separar, del conjunto total de datos de observación, un grupo de datos de prueba, produciendo una única iteración con los datos de entrenamiento y comparando los valores predichos por el modelo, para los datos de prueba, con los valores observados de dichos datos. En este sentido, se utilizaron otros 55 puntos de control, los cuales no han participado en la generación original de los modelos, pero están ubicados dentro del área modelada. La precisión de los cinco modelos, comparando los estadísticos, se encuentra de los dos decímetros.

ABSTRACT: The geoid wave models are generated by interpolation between measured wave values, within the area that is to be modeled. The quality of the model obtained depends, among other factors, on the quality of the interpolation. This paper presents the comparison between geoid wave models for the Río Dulce irrigation area in Santiago del Estero, generated from 9 nodal points, referred to the new vertical reference system (SRVN16) of the Argentine Leveling Network (RN-Ar) of the IGN. For the modeling, 5 interpolation methods were used and for the validation of each model, we used "learning table and test table"; which consists of separating, from the total observation data set, a group of test data, producing a single iteration with the training data and comparing the values predicted by the model, for the test data, with the observed values of said data. In this sense, another 55 control points were used, which have not participated in the original generation of the models, but are located within the modeled area. The accuracy of the five models, comparing the statistics, is of the two decimeters.

Palabras claves: Nodales, ondulación geoidal, métodos de interpolación.

Keywords: Nodes, geoid undulation, interpolation methods.

1 INTRODUCCION

1.1 Marco Teórico

Existen seis métodos que permiten la determinación del geoide y su posterior modelado. Estos son el método astrogeodésico, el método gravimétrico, el método de altimetría satelital, el método de determinación de coeficientes armónicos esféricos del potencial gravitatorio, el método combinado, y el método geométrico, también conocido como de diferencia de alturas. Este último método surge y se desarrolla a partir del advenimiento de los sistemas de posicionamiento satelital, en virtud de la relativa facilidad para obtener alturas elipsoidales precisas, que nos brindan estos sistemas. De esta manera se pudo incorporar las redes altimétricas de nivelación clásica, en la definición de la superficie del geoide.

En el método geométrico, se interpola el comportamiento del geoide entre valores discretos de la ondulación de la superficie geoidal (N), observada en puntos convenientemente distribuidos dentro de la zona que se pretende modelar. Si se dispone de suficiente cantidad de puntos con doble información altimétrica (elipsoidal obtenida con equipo GNSS y ortométricas) con una distribución geográfica conveniente, será posible describir el comportamiento de N entre ellos. Pero en este método no se utiliza información alguna del campo gravitatorio terrestre entre los puntos observados. En consecuencia, es extremadamente difícil predecir las variaciones de N entre los mismos. La única posibilidad es recurrir a un proceso de interpolación numérica. La función resultante $N(\varphi,\lambda)$, es lo que llamamos modelo del geoide. En estas condiciones, será posible conocer el valor de la ondulación del geoide en cualquier punto de coordenadas φ y λ, en el área donde la interpolación sea válida (Del Cogliano, 2006).

Por su parte, la calidad de un modelo de ondulaciones, expresada por su precisión, para una determinada zona de estudio, depende de tres variables:

a) la precisión lograda en la obtención de las alturas que intervienen en el cálculo de la ondulación puntual;

b) la densidad y distribución geográfica de los puntos con ondulación conocida.

c) la calidad de la interpolación (Goldar, et al. 2014).

Así, teniendo en cuenta la última variable, una modelización estadística general exige una validación a posteriori de sus resultados, y de forma particular la modelización geoestadística requiere de dicha validación. Estos procesos de validación se basan en una reestimación de los valores conocidos bajo las condiciones de implementación de los modelos construidos (Ginzo, 2014).

Existen una variedad de métodos y procedimientos para conocer la calidad de los resultados, o la bondad del ajuste. Entre ellos tenemos los gráficos de residuales, a veces referido como gráficos de error y los mapas de desviación estándar; o mapas de los residuos de los análisis de tendencias. Otras opciones son la comparación con datos independientes, proveniente de otros muestreos; o bien el modelado detallado que incorpora conjuntos de datos relacionados, prestando atención a la posible estratificación del conjunto de datos de origen.

Los mejores modelos de ajuste deben reducir al mínimo los residuos, frecuentemente nominados como errores en estas predicciones, minimizando la suma total de los residuos al cuadrado.

El proceso empleado en este caso para conocer la calidad del resultado de una modelación por interpolación es la la “tabla de aprendizaje y tabla de prueba”.

1.2 Tabla de Aprendizaje y Tabla de Prueba

Este método consiste en separar, del conjunto total de datos de observación, un grupo de datos de prueba o testeo, produciendo una única iteración con los datos de entrenamiento y comparando los valores predichos por el modelo, para los datos de prueba, con los valores observados de dichos datos.

Es una técnica derivada de Jackknifing, que refiere a una forma de validación cruzada lograda mediante el re-muestreo estadístico del conjunto de datos de origen. Por lo general uno o más subconjuntos, que consisten en un porcentaje de los puntos de datos, se extraen aleatoriamente (sin reposición) y se calculan estadísticas de interés sobre estos subconjuntos, que luego se comparan con el valor global. Frecuentemente, junto con jackknifing se utiliza el término de bootstrapping refiriéndose al método presentado por Efron y Tibshirani (1997), y en general se refiere a los procedimientos que implican re-muestreo con reemplazo.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1.3 Objetivo y Antecedentes

El objetivo de este trabajo es comparar cinco modelos de ondulaciones geoidales a partir de nueve puntos nodales, tabla 1, distribuidos alrededor del área de riego del río dulce en la provincia de Santiago del Estero (Figura 1).

Tabla 1. Puntos Nodales

PUNTO	X [m]	Y [m]	Ond. Medida (N)
Tucumán (198)	7030964.741	4281956.057	28.726
San Antonio (171)	6798381.382	4295513.117	26.529
Santiago (184)	6926835.711	4376326.768	24.783
Quimili (195)	6942733.804	4557505.094	23.758
Hoyon (178)	6833334.634	4406196.888	24.037
Rapelli (203)	7080665.472	4350005.231	27.602
Colonia Dora	6836610.053	4504709.843	23.662
Campo Gallo (200)	7060393.268	4515210.796	24.753
San Pedro (183)	6906650.647	4286821.733	27.536

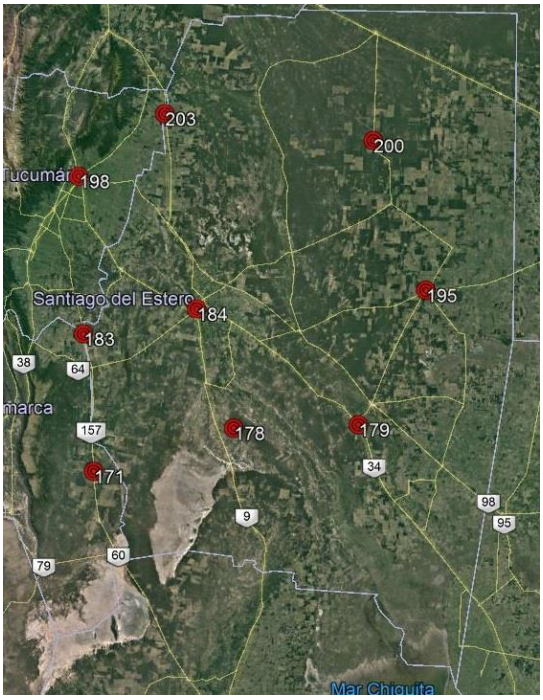


Figura 1. Distribución de nodales

2 METODOLOGIA

2.1 Generación de Modelos

Los cinco modelos de ondulación geoidal se generaron con los nueve puntos nodales, para esto se utilizó cinco métodos de interpolación distintos del software Surfer v.10 (Surface Mapping System de Golden Software Inc.). La selección de los métodos y los parámetros de interpolación utilizados, obeceden al criterio de haber sido los óptimos para interpolación de ondulaciones geoidales en la provincia de Santiago del Estero según Goldar (2015). Dichos métodos y parámetros se presentan en la tabla 2.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2. Métodos y parámetros de interpolación

Método	Parámetros de Interpolación
Vecino natural	Razón de anisotropía 1 Dirección de anisotropía 0º
Kriging	Semivariograma lineal Razón de anisotropía 1 Dirección de anisotropía 0º
Vecino más cercano	Radio 1 elipse de búsqueda (m): 394000 Radio 2 elipse de búsqueda (m): 394000 Angulo respecto al eje X de la elipse de búsqueda: 0°
Triangulación con Interpolación Lineal	Razón de anisotropía 1 Dirección de anisotropía 0º
Promedios Ponderados por Inversa de la Distancia	Potencia 2 Factor de Suavizado 0 Razón de anisotropía 1 Dirección de anisotropía 0º

2.2 Validación de los modelos

Cada uno de los modelos generados fue sometido, a un proceso de validación mediante el procedimiento de "tabla de aprendizaje y tabla de prueba".

Para la metodología de validación "tabla de aprendizaje y tabla de prueba", se generó, con Surfer, una cuadricula con cincuenta y cinco puntos de control (PC).
Estos PC (Tabla 3) cumplen con la premisa de no participar en la generación de los modelos y cumplen con emplear el mismo método de interpolación y variante de cálculo que se desea validar, dejando la columna correspondiente a la ondulación geoidal con valor cero (0). Posteriormente, con el comando *Grid→Residuals* se ingresa las cuadrículas, primero la que contiene el modelo y luego la que contiene los PC.
Ejecutado el comando, el software coloca en el archivo de los puntos de validación una columna más que tiene el nombre de *residuals*, la que contiene como datos las ondulaciones geoidales que el modelo calcula para los puntos de control.
Los valores de ondulación calculados por el modelo se comparan con los valores ya medidos oportunamente. La magnitud de las diferencias nos da una idea de la bondad de la interpolación.

3 RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la validación de cada modelo, con los diferentes métodos de interpolación y sus variantes, se presentan en tabla 4. Se generó una tabla, en la cual se muestra la diferencia entre la ondulación medida y la ondulación calculada, esta diferencia se presenta con su signo teniendo en cuenta que se calculó siempre con la ecuación (1).

$$\Delta N = N_{medido} - N_{modelo} \quad (1)$$

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 3. Puntos de control (PC)

PUNTO	X [m]	Y [m]	Ond. Medida (N)	PUNTO	X [m]	Y [m]	Ond. Medida (N)
PF14 n(141)A	6939906.309	4364172.153	25.311	504	6927588.946	4380302.769	24.755
PF15 n(141)A	6936847.836	4366801.636	25.221	505	6927987.745	4379792.932	24.771
PF16 n(141)A	6933743.688	4369250.295	25.137	506	6928329.383	4379091.518	24.795
PF17 n(141)A	6930551.128	4371661.878	25.048	507	6928691.139	4378349.344	25.300
PF1 N(183)	6924972.028	4373745.051	24.962	MISKI	6928613.752	4377458.233	24.750
PF1 N(182)	6924467.983	4376787.968	24.854	CURVA	6928753.974	4377183.622	24.790
PF12 N(182)	6892204.985	4380596.131	24.743	PUENTE	6928061.113	4376591.277	24.590
PF20 N(182)	6869509.442	4384280.149	24.595	AGUIRRE	6927261.331	4376751.939	24.540
PF7 N(198)	6942360.245	4383001.254	24.724	PF 2	6924128.932	4376955.443	24.425
PF31 N(303)	6910215.117	4457745.777	24.119	PF 3	6923015.817	4377146.446	24.434
RBLS	6912791.119	4389816.750	24.514	PF 4	6923162.682	4377637.636	24.419
487	6912965.139	4389911.055	24.513	PF 5	6923271.896	4378127.662	24.429
488	6913240.259	4389696.546	24.517	PF 6	6922525.640	4378282.002	24.422
489	6913646.385	4389338.841	24.523	PF 7	6921768.270	4378426.810	24.859
490	6914683.173	4388527.722	24.537	PF 8	6920297.839	4378831.411	24.702
491	6915516.556	4388255.913	24.542	PF 9	6919247.561	4379387.712	24.650
492	6916484.965	4387912.617	24.549	PF 10	6917995.539	4379904.298	24.548
493	6916737.305	4387787.227	24.552	PF 11	6917058.216	4380270.906	24.587
494	6917674.424	4387645.226	24.555	PF 12	6915921.759	4381002.116	24.575
495	6918999.084	4387035.385	24.569	PF 13	6915364.989	4381521.866	24.549
496	6919844.995	4386354.789	24.584	PF 14	6914622.908	4382040.573	24.523
497	6920908.415	4385595.808	24.602	PF 15	6913768.749	4382188.382	24.652
498	6921959.692	4384871.563	24.620	PF 16	6912563.460	4382066.501	24.574
499	4384470.312	6922599.669	24.632	PF 17	6911563.542	4382245.638	24.545
500	4384153.951	6923112.034	24.641	PF 18	6910674.738	4382486.565	24.997
501	4383579.292	6924040.296	24.656	12-SUNC	6910068.595	4458192.279	24.498
502	4382749.702	6924913.233	24.680	32-QUIM	6942030.872	4557426.019	24.476
503	4381419.326	6926204.208	24.720				

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 4. Diferencia de ondulaciones geoidales (N)

Punto	Vecino natural	Kriging	Vecino más cercano	Triangulación con Interpolación Lineal	Promedios Ponderados por Inversa de la Distancia
	ΔN [m]	ΔN [m]	ΔN [m]	ΔN [m]	ΔN [m]
PF14 n(141)A	-0.023	0.091	0.528	0.017	0.318
PF15 n(141)A	0.008	-0.071	0.438	0.040	0.312
PF16 n(141)A	0.041	-0.071	0.354	0.065	0.290
PF17 n(141)A	0.067	-0.071	0.265	0.080	0.239
PF1 N(183)	0.095	-0.070	0.179	0.097	0.172
PF1 N(182)	0.061	-0.070	0.071	0.066	0.064
PF12 N(182)	0.007	-0.071	-0.040	0.030	-0.292
PF20 N(182)	-0.026	-0.070	0.558	-0.045	-0.221
PF7 N(198)	-0.255	-0.070	-0.059	-0.201	-0.199
PF31 N(303)	-0.106	-0.071	-0.645	-0.111	-0.611
RBLS	-0.115	-0.069	-0.269	-0.121	-0.391
487	-0.116	-0.064	-0.270	-0.122	-0.391
488	-0.114	-0.058	-0.266	-0.121	-0.384
489	-0.113	-0.053	-0.260	-0.119	-0.374
490	-0.110	-0.049	-0.246	-0.115	-0.350
491	-0.111	-0.046	-0.241	-0.117	-0.339
492	-0.110	-0.042	-0.234	-0.118	-0.324
493	-0.109	-0.031	-0.231	-0.117	-0.319
494	-0.111	-0.013	-0.228	-0.121	-0.309
495	-0.108	-0.007	-0.214	-0.116	-0.285
496	-0.101	-0.002	-0.199	-0.109	-0.262
497	-0.093	0.010	-0.181	-0.101	-0.234
498	-0.086	0.501	-0.163	-0.092	-0.207
499	-0.081	-0.062	-0.151	-0.085	-0.191
500	-0.077	-0.031	-0.142	-0.080	-0.179
501	-0.071	-0.235	-0.127	-0.072	-0.158
502	-0.057	-0.271	-0.103	-0.056	-0.127
503	-0.035	-0.359	-0.063	-0.031	-0.078
504	-0.022	-0.346	-0.028	-0.012	-0.040
505	-0.013	-0.349	-0.012	-0.003	-0.023
506	0.002	-0.331	0.012	0.013	0.003

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

507	0.498	-0.336	0.517	0.509	0.511
MISKI	-0.062	0.103	-0.033	-0.053	-0.038
CURVA	-0.030	-0.049	0.007	-0.020	0.002
PUENTE	-0.234	-0.093	-0.193	-0.227	-0.198
AGUIRRE	-0.272	-0.187	-0.243	-0.267	-0.247
PF 2	-0.364	-0.142	-0.358	-0.358	-0.366
PF 3	-0.351	-0.141	-0.349	-0.339	-0.360
PF 4	-0.354	-0.158	-0.364	-0.341	-0.374
PF 5	-0.337	-0.176	-0.354	-0.325	-0.365
PF 6	-0.342	-0.044	-0.361	-0.327	-0.375
PF 7	0.097	-0.124	0.076	0.114	0.059
PF 8	-0.057	-0.151	-0.081	-0.039	-0.108
PF 9	-0.103	0.305	-0.133	-0.085	-0.169
PF 10	-0.198	0.474	-0.235	-0.178	-0.280
PF 11	-0.153	0.719	-0.196	-0.131	-0.250
PF 12	-0.154	0.091	-0.208	-0.127	-0.273
PF 13	-0.172	-0.071	-0.234	-0.140	-0.304
PF 14	-0.191	-0.071	-0.260	-0.155	-0.338
PF 15	-0.060	-0.071	-0.131	-0.020	-0.216
PF 16	-0.139	-0.070	-0.209	-0.090	-0.305
PF 17	-0.166	-0.070	-0.238	-0.112	-0.344
PF 18	0.290	-0.071	0.214	0.347	0.099
12-SUNC	0.276	-0.070	-0.151	0.271	-0.227
32-QUIM	0.000	-0.070	0.718	0.000	0.717

3.1 Comparación entre métodos

Para comparar los diferentes métodos, cada uno en las dos variantes de cálculo utilizadas, se determinó el valor medio de las diferencias entre los valores medidos y los arrojados por el modelo, así como su correspondiente error medio. Estos resultados se resumen en la tabla 5, donde podemos observar las diferencias medias de cada combinación de método y variante de cálculo.

Tabla 5. Comparación entre métodos

Método	Dif. media [m]	Error medio [m]
Vecino Natural	0,134	0,111
Kriging	0,136	0,146
Vecino más Cercano	0,230	0,156
Triangulación con interpolación lineal	0,130	0,109
Promedios Ponderados por Inversa de la Distancia	0,258	0,142

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

4 CONCLUSIONES

De los resultados que se observan en la tabla 5, teniendo en cuenta el valor medio de las diferencias, vemos que los cinco modelos ensayados tienen un valor promedio de las diferencias cercano de los dos (2) decímetros, el cual era el valor esperado para un modelo de esta magnitud, teniendo en cuenta la superficie cubierta, el número y la distribución de los puntos generadores. Esto abona la conclusión de incorporar y densificar puntos de calidad (doble información altimétrica) en el área ensayada.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Del Cogliano, D. Modelado del geoide con GPS y gravimetría. Caracterización de la estructura geológica de Tandil. *Tesis (Doctoral).* Rosario, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura; Universidad Nacional de Rosario. 103 p. 2006.

Efron, B. y R. Tibshirani. Improvements on cross-validation: the .632+ Bootstrap method. *Journal of the American Statistical Association*, 92, (438): 548-560, junio, 1997.

Ginzo Villamayor, M. J. Análisis geostadístico de datos funcionales. *Tesis (Master en Técnicas Estadísticas).* España: Universidades de Santiago de Compostela, de La Coruña y de Vigo. 114 p. Disponible en: http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/proyectosfinmaster/proyecto_388.pdf [fecha de consulta 13 de Marzo de 2014].

Goldar, E. (2015). "Optimización del proceso de interpolación en modelos de ondulaciones de la superficie geoidal para Santiago del Estero". Tesis Doctoral. Catamarca, Argentina. Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas; Universidad Nacional de Catamarca.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Parámetros de la cinética de inactivación de lipoxigenasa de choclo durante el escaldado

Medina, Analía V.[1]; Chaillou, Lucrecia L. [1] y Nazareno, Mónica A.[1,2]

(1) Laboratorio de Antioxidantes y Procesos Oxidativos, Instituto de Ciencias Químicas, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
(2) CONICET
anaveromedina83@gmail.com; lucrechaillou@gmail.com; nazareno@unse.edu.ar;

RESUMEN: El choclo es una hortaliza que posee lipoxigenasas (LOX), que desarrollan su acción catalítica en reacciones de oxidación de ácidos grasos con el sistema 1,4-*cis*,*cis*-pentadieno, generando hidroperóxidos con dienos conjugados como productos primarios. En alimentos, éstas intervienen en procesos de deterioro oxidativo. Para anular o reducir su actividad se desarrollaron diversos procesos tecnológicos. Entre los más utilizados, el escaldado utiliza combinaciones de tiempos y temperaturas que permiten preservar la calidad del vegetal tratado, utilizando peroxidasa como indicador de efectividad, que es termorresistente e interviene en reacciones de pardeamiento. Otros autores propusieron monitorear LOX. Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el comportamiento cinético de LOX de choclo en tratamientos de escaldado, determinar modelos matemáticos y parámetros cinéticos y optimizar el tratamiento térmico. La actividad catalítica residual de LOX en granos de choclo fresco se redujo a 37% (2 UA g^{-1} min^{-1}) utilizando un tratamiento de 9 min a 100 °C. Las cinéticas ajustan a decaimiento exponencial de primer orden y la energía de activación fue 51,90 $kJmol^{-1}$. El valor del tiempo de vida media y el tiempo de reducción decimal disminuyeron al aumentar la temperatura de 80 a 100°C siendo sus valores 378,9 y 1258,9 s, respectivamente.

ABSTRACT: The corn is a vegetable that has lipoxygenase enzymes (LOX), which develop their catalytic action in oxidation reactions of fatty acids with the 1,4-cis,cis-pentadiene system, generating hydroperoxides with conjugated dienes as primary products. In foods, they are involved in processes of oxidative damage. In order to inhibit or reduce its activity, various technological processes were developed. Among the most used, blanching uses combinations of times and temperatures that allow to preserve the quality, using peroxidase as an indicator of effectiveness, which is heat resistant and it is involves in browning reactions. Other authors proposed to monitor LOX activity. The objectives of this work were: to evaluate the kinetic behavior of corn LOX in scalding treatments, to determine mathematical models and kinetic parameters; and optimize the heat treatment. The residual catalytic activity of LOX in fresh corn kernels was reduced to 37% (2 AU g^{-1} min^{-1}) using a 9 min treatment at 100 ° C. The kinetics adjust to first-order exponential decay and the activation energy was 51.90 kJ mol^{-1}. The value of the half-life and the decimal reduction time decreased when the temperature rose from 80 to 100 ° C, with values of 378.9 and 1258.9 s, respectively.

Palabras claves: actividad enzimática, choclo, escaldado, lipoxigenasa.

Keywords: lipoxygenase, blanching, corn, enzymatic activity, lipoxidase,

1 INTRODUCCIÓN

El choclo es una hortaliza recomendada por los nutricionistas debido a su contenido de proteínas, fibras, aminoácidos esenciales y macro y micronutrientes, entre ellos: minerales, vitaminas C, B_1, B_2, PP, E y carotenoides. Como la mayoría de los vegetales, esta hortaliza posee lipoxigenasas (LOX), que desarrollan su acción catalítica en reacciones de oxidación de ácidos grasos con el sistema 1,4-*cis*,*cis*-pentadieno, generando hidroperóxidos con dienos conjugados como productos primarios. Entre sus sustratos específicos se destacan ácido linoleico y linolénico (Baysal et al., 2007). La formación de radicales libres, a partir de ácidos grasos poliinsaturados, catalizada por esta enzima, constituye un tema de interés para los tecnólogos de alimentos puesto que esos radicales pueden reaccionar con compuestos valiosos, tales como: ácidos grasos, vitaminas, pigmentos, proteínas y polifenoles, ocasionando la reducción de la calidad de las materias primas y alimentos (Krzysztof et al., 2012).

Por ello, se utilizan diferentes métodos para inactivar o reducir su actividad, entre los cuales, el más utilizado es el escaldado empleando combinaciones de tiempos y temperaturas que permitan preservar la calidad del vegetal tratado (Fennema, 2000).

Para optimizar estos parámetros, se utilizan modelos cinéticos. El modelado se define como una herramienta matemática que, mediante fórmulas, ecuaciones y métodos numéricos puede correlacionar las variables de proceso con las variables de calidad o estudio (Mendoza, 2012). En el escaldado, las variables de proceso son el tiempo y la temperatura, y la variable de estudio es la actividad enzimática. Generalmente, se utiliza a la peroxidasa como indicador de efectividad. Sin embargo, esta enzima es termoresistente y está vinculada al pardeamiento de los alimentos. Por ello, en su lugar se ha propuesto considerar la inactivación de LOX, que participa en el deterioro oxidativo, para este tratamiento (Barret et al., 1995).

Los métodos de escaldado comercialmente más empleados consisten en mantener durante un tiempo al alimento en una atmósfera de vapor saturado, o bien sumergirlo en un baño de agua caliente (Fennema, 2000).

Las enzimas, por ser proteínas, se desnaturalizan con tratamientos térmicos, cumpliéndose uno de los objetivos primordiales del escaldado. Esta inactivación se debe a una ruptura de los enlaces que mantienen la estructura terciaria (pocas enzimas están activas a más de 60 ºC y muchas de ellas ya se alteran a 40 – 50ºC). La ecuación de Arrhenius utilizada para determinar la energía de activación de las reacciones enzimáticas es también la que se utiliza para determinar la energía de activación de la desactivación térmica. Ediriweera, Akiyama y Saio (1987), señalan que puesto que la energía de desactivación térmica es más alta para las enzimas, la velocidad de inactivación aumenta rápidamente con la temperatura.

Estudiando la cinética enzimática se pueden obtener las combinaciones tiempo-temperatura más adecuadas para lograr una determinada desactivación enzimática. El parámetro esencial es la velocidad de inactivación a una temperatura dada. Para la optimización del proceso, es necesario realizar ensayos a diferentes temperaturas que permiten calcular una serie de velocidades de inactivación (Chandia, 2000). La desnaturalización proteica tiende a seguir una cinética de primer orden. Del mismo modo, se acepta que la inactivación de las enzimas sigue, en general, una cinética similar. Pero, cuando existe en el medio más de una enzima, como es en el caso de los alimentos, pueden presentarse cinéticas más complejas (Ling y Lund, 1978).

Los parámetros termocinéticos que caracterizan a las enzimas en los diferentes vegetales son: la constante de velocidad de reacción (k) y Energía de activación (E_a).

Los objetivos de este trabajo fueron: evaluar el comportamiento cinético de la actividad de lipoxigenasas de choclo en tratamientos de escaldado, determinar modelos que se ajusten a los datos experimentales de actividad y sus parámetros cinéticos y optimizar un tratamiento térmico adecuado.

2 METODOLOGÍA

2.1 Aislamiento de LOX de choclo

Se tomaron muestras de 10 g de choclos frescos, adquiridos en el mercado local. Éstas se homogeneizaron en 30 mL de buffer fosfato de sodio 0,05 M de pH 6,5 conteniendo 0,1 g de PVPP (polivinilpirrolidona). El homogenato se centrifugó a 10000 g durante 20 min, a 4° C, recolectándose el sobrenadante (extracto crudo)

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

para las mediciones de actividad enzimática (Kaur et al., 1999).

2.2 Determinaciones analíticas

2.2.1 Actividad enzimática

Se preparó, en agua destilada, una solución stock 0,01 M de ácido linoleico 0,01 M en NaOH 1N y Tween 20. Antes del ensayo, la solución stock se diluyó 5 veces con buffer fosfato (pH 7) 0,2 M y se burbujeó aire durante 10 min, ésta constituye la solución de sustrato. El ensayo se realizó a 25 °C, agregando 100 µL de extracto crudo a 3 mL de la solución sustrato, leyéndose la absorbancia a 234 nm.

2.2.2 Evaluación de la actividad enzimática

La actividad catalítica se determinó en función de la formación de hidroperóxidos conjugados resultantes de la oxidación de ácido linoleico (AL), midiendo para ello la absorbancia a 234 nm. La actividad enzimatica se expresó como $UAmin^{-1}g^{-1}$ (variación de unidades de absorbancia por minuto por gramo de hortaliza). Una unidad de actividad se define como la cantidad que causa un incremento en absorbancia de 0,001 $UAmin^{-1}$ a 25 ºC en un volumen de 3 mL para 1 cm de paso óptico.
El porcentaje de inhibición (%Inh) de LOX se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$\%Inh=\frac{(A_0-A)}{A_0}*100 \quad (1)$$

Donde, A_0 es la actividad de LOX del extracto crudo y A es la correspondiente a cada relación temperatura-tiempo.
La inactivación de LOX se determinó acorde a Manohan y Chen Wai (2012), que calculan *k* a partir de la pendiente del modelo de primer orden dado por la siguiente ecuación:

$$\log\left(\frac{A_0}{A}\right)=\frac{kt}{2,303} \quad (2)$$

Dónde: A_0 es la actividad inicial y A es la actividad después del calentamiento en el tiempo t.
El tiempo de vida media de la LOX se calculó aplicando la ecuación (3):

$$t_{\frac{1}{2}}=\frac{0,693}{k} \quad (3)$$

En la que el tiempo de reducción decimal (D) fue estimado con la relación entre k y D acorde a la ecuación que sigue:

$$D=\frac{\ln(10)}{k} \quad (4)$$

La energía de activación se calculó a partir de la ecuación de ecuación de Arrhenius:

$$k=k_0\ e^{-\frac{E_a}{RT}} \quad (5)$$

Dónde:
k_0 es el Factor pre-exponencial o de frecuencia (constante)
R es la Constante universal de los gases ideales ($8,31 J K^{-1} mol^{-1}$)
T es la Temperatura absoluta
E_a es la Energía de activación
De esta ecuación se deduce que el gráfico de Ln (*k*) con respecto a 1/T es una línea recta, cuya pendiente corresponde al cociente entre E_a y R. La magnitud de E_a expresa el grado de dependencia respecto a la temperatura de la reacción en cuestión (Fennema, 2000).
Si la cinética de inactivación térmica de la peroxidasa o de cualquier otra enzima es conocida, es posible predecir la fracción residual de la enzima en función de la temperatura, del tiempo de escaldado, de la geometría y de las dimensiones del producto, Barreiro y Sandoval (2001).

2.3 Diseño de tratamiento de escaldado, Tratamiento estadístico y modelado matemático

El proceso de escaldado por inmersión en agua caliente se llevó a cabo en un recipiente de acero inoxidable en el que se sumergieron los granos de choclo durante los tiempos establecidos, se extrajeron del baño y se secaron con papel tissue para eliminar el agua superficial. Este procedimiento se realizó por triplicado. Se conservó una muestra testigo sin procesar.
En este experimento se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial (DCA factorial 2x3), donde los tratamientos resultaron de la combinación de dos factores: temperatura de escaldado con tres niveles (80, 90 y 100°C) y tiempo de escaldado con dos niveles (4 y 9 min).
Se calculó la media y la desviación estándar de los datos obtenidos.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

La evaluación de la significancia estadística de los tratamientos para la construcción del ANOVA se realizó mediante el uso del software Infostat.
El modelado y la optimización utilizando la metodología de la Superficie de Respuesta, se realizó con el software Desing Expert 11.

3 RESULTADOS

En la Fig.1 se observa el comportamiento de la actividad catalítica de LOX de choclo en función del tiempo y temperatura de escaldado. Del análisis de la cinética de inactivación se determinó que ésta corresponde a una reacción de primer orden para las diferentes combinaciones de tiempo y temperatura.

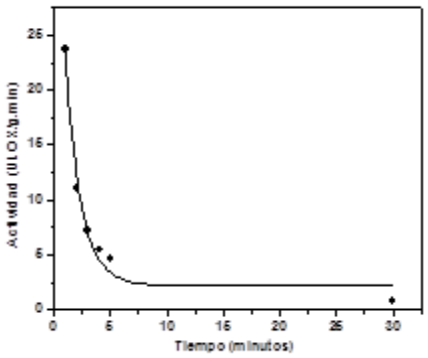


Figura 1. Evolución de la actividad de LOX de choclo

La actividad enzimatica de LOX de choclo sometido a 80, 90 y 100 °C y 4 y 9 min se muestran en la Tabla 1.
La actividad catalítica de LOX en granos de choclo fresco fue 5,53 UAmin^{-1}g^{-1}. Este valor disminuyó luego del escaldado, siendo mayor cuanta más alta es la temperatura y más largo el tiempo de tratamiento. La menor actividad fue 2 UAmin^{-1}g^{-1}, que corresponde a 37% de actividad residual) utilizando un tratamiento de 9 min a 100 °C. No se observaron diferencias significativas en los tratamientos de 80 y 90°C a los tiempos 4 min y 9 min, respectivamente, prefiriéndose el de 4 min puesto que es mejor la conservación de caracteres organolépticos.

Tabla 1. Efecto del escaldado en la actividad de lipoxigenasa de choclo

Hortaliza	T (°C)	Tiempo de tratamiento térmico (min)	Actividad de lipoxigenasa (UA min^{-1} g^{-1})
Control	25	0	5,53±0,12^{a}
Choclo	80	9	3,76±0,11^{b}
		4	3,64±0,06^{b}
	90	9	2,50±0,06^{c}
		4	2,91±0,14^{d}
	100	9	2,06±0,09^{e}

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Test LSD Fisher ($p \leq 0,05$)
Los parámetros cinéticos de inactivación de LOX a los diferentes tiempos y temperatura de escaldado se muestran en la Tabla 2, la velocidad específica de inactivación aumenta con el incremento de la temperatura, indicando que la LOX es menos termoestable El tiempo de vida media ($t_{1/2}$) se reduce con el incremento de la temperatura, indicando una mayor estabilidad de la enzima. El valor de D requerido para reducir en un 90% la actividad inicial de la LOX disminuyó a la mitad al incrementarse la temperatura del proceso de 80 a 90°C con un valor final de 1565,9 segundos.

Tabla 2. Parámetros de la inactivación térmica en choclo

Choclo			
Temperatura (°C)	*k* (1/s)	$t_{1/2}$(s)	D(s)
80	0,0007	969,88	3222,6
90	0,0016	408,29	1356,6
90	0,0014	471,28	1565,9
100	0,0026	259,00	860,58
100	0,0018	378,89	1258,9

Los valores indican las medidas promedios
Se determinó que la energía mínima requerida para que se inicie la desactivación térmica de la LOX es 51,90 kJ mol^{-1}.
En la Fig. 2 se observa el comportamiento de la actividad catalítica de LOX en función del tiempo y temperatura de proceso. La ecuación de ajuste (R^2 = 0,99) es:

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

$$Y=3,30-0,52\times t-0,88\times T+0,09\ t\times T-0,15\times t^2+0,10\times T^2 \quad (6)$$

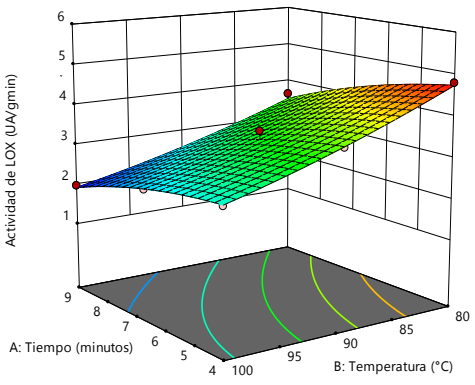


Figura 2. Variación de la actividad de LOX en función de la temperatura y tiempo de escaldado

A partir de la ecuación de ajuste, se calcularon los valores óptimos del proceso. La lipoxigenasa de choclo presentó su menor actividad cuando la hortaliza se sometió durante 4 minutos a 100°C, valor que está de acuerdo con lo reportado por Barrett (2000) para muestras de choclo dulce. La diferencia observada con respecto a otras investigaciones de Barrett (2000) y Morales (2002) pueden ser consecuencia de las temperaturas empleadas, la matriz biológica y su geometría, y probablemente por las diferencias en el contenido de humedad de las muestras.

4 CONCLUSIONES

La estabilidad de la lipoxigenasa de choclo durante el escaldado depende de la temperatura y tiempo de calentamiento, disminuyendo su valor con el aumento de estas variables. La cinética de desactivación térmica se desarrolló mediante una reacción de primer orden, aumentando la constante especifica de velocidad con el aumento de la temperatura del proceso. La energía mínima requerida para que se inicie la desactivación térmica fue 51,90 kJ mol^{-1}. Los valores óptimos del proceso de la hortaliza fueron de 100°C durante 4 minutos.

5 REFERENCIAS

Barreiro, J. and A. Sandoval, Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas, Editorial Equinoccio, Venezuela, 2001.

Barret, D.M. and C. Theerakulrait, Quality indicators in blanched, frozen, stored vegetables, Food Technology, 49, 62-65,1995.

Barrett, D.M., E.L. Garcia,., G.F. Russell, E. Ramirez and A.Shirazi, Blanch time and cultivar effects on quality of frozen and stored corn and broccoli, Journal of Food Science, 65, 534–540, 2000.

Baysal, T. and A. Demirdöven, Lipoxygenase in fruits and vegetables: A review. Enzyme and Microbial Technology, 40, 491–496, 2007.

Chandia, V., Modelo Bifásico para la Determinación de los Parámetros Termocinéticos de la Desactivación de las Enzimas Peroxidasa y Lipoxigenasa en Zanahorias (Daucus carota), Brócoli (Brassica oleracea variedad italica) y Espárragos (Asparagus officinalis L.) verdes sometidosa diversos tratamientos de escaldado. Tesis Lic. Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias, 2000.

Ediriweera, N., Y. Akiyama and K. Saio, Inactivation of Lipoxygenase in Soybeans with retention of protein solubility, Journal of Food Science, 52, 685-690., 2016.

Fennema, O., Química de los Alimentos, Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España, 2000.

Kaur, C., S. Kumar and H.C. Kapoor, Heat Stability of Lipoxygenase and Peroxidase During Blanching of Vegetables, Journal of Scientific and Industrial Research, 58, 1005–1009, 1999.

Krzysztof, D., A. Siger, J. Czubinski, M. Nogala-Kałucka and E. Lampart-Szczapa, The interactions between rapeseed lipoxygenase and native polyphenolic compounds in a model system, Journal of American Oil Chemists' Society, 89, 379–387, 2012.

Ling A. and D. Lund, Determining kinetic parameter for thermal inactivation of heat-resistant and heat-labile isozymes from thermal destruction curves, Journal of Food Science, 43, 1307-1310, 1978.

Manohan, D. and W. Chen Wai, Characterization of polyphenol oxidase in sweet potato (Ipomoea batatas L.), Journal for the advancement of science & arts, 3, 14-31, 2012.

Mendoza, R. R., Evaluación de los procesos de precocción/congelación de tres presentaciones de papa criolla (Solanum tuberosum grupo phureja) variedad Colombia, (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia, Obtenido el 23/09/2018 de http://www.bdigital.unal.edu.co/8830/1/107445.2012.pdf, 2012.

Morales-Blancas, E. F., V. E. Chandia, and L. Cisneros-Zevallos. "Thermal Inactivation Kinetics of Peroxidase and Lipoxygenase from Broccoli, Green Asparagus and Carrots." Journal of Food Science, 67(1):146–54. 2002.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Influencia del ambiente molecular en la actividad de lipoxigenasa de soja y su optimización por la metodología de superficie-respuesta

Medina, Analía V.[1]; Chaillou, Lucrecia L. [1] y Nazareno, Mónica A.[1,2]

(1) Laboratorio de Antioxidantes y Procesos Oxidativos, Instituto de Ciencias Químicas, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
(2) CONICET
anaveromedina83@gmail.com; lucrechaillou@gmail.com; nazareno@unse.edu.ar;

RESUMEN: La actividad catalítica de las enzimas está influenciada por numerosos factores fisicoquímicos, utilizándose para estudiarlos, sistemas modelo, tales como sistemas micelares. Los surfactantes utilizados en estos sistemas son agentes de superficie activa, capaces de interactuar con interfases. Las lipoxigenasas (LOX) son dioxigenasas que catalizan la reacción inicial de oxidación de ácidos grasos insaturados, están presentes en alimentos y participan en procesos oxidativos vinculados al deterioro de su calidad organoléptica y nutricional. Los objetivos de este trabajo fueron: estudiar en sistemas micelares la influencia del tipo de surfactante en la actividad catalítica de LOX, calcular los parámetros cinéticos y optimizar la relación entre las concentraciones de surfactante y de sustrato que maximice su actividad. Los resultados indican que la actividad catalítica depende de la naturaleza del surfactante y de su concentración. Además, los tensioactivos de carácter no iónico favorecen la actividad, enzimática mientras que los iónicos la disminuyen e incluso la inhiben totalmente. La optimización de la relación de concentraciones surfactante/AL se realizó con el programa Design Expert 11, siendo igual a 1; 0,6 y 8 para Tween 20; Brij 35 y SDS, respectivamente, con valores máximos de actividad de 837, 804 y 299 UA $g^{-1}min^{-1}$.

ABSTRAT: The catalytic activity of enzymes is influenced by numerous physicochemical factors, model systems such as micellar systems being used to study them. The surfactants used in these systems are surface active agents, capable of interacting with interfaces. The lipoxygenases (LOX) are dioxygenases that catalyze the initial oxidation reaction of unsaturated fatty acids. They are present in food and participate in oxidative processes linked to the deterioration of their organoleptic and nutritional quality. The objectives of this work were: to study in micellar systems the influence of the type of surfactant in the catalytic activity of LOX, to calculate the kinetic parameters and to optimize the ratio of surfactant and substrate concentration that maximizes its activity. The results indicate that the catalytic activity depends on the nature of the surfactant and its concentration. In addition, the non-ionic surfactants favor the activity, while the ionic ones diminish it and even they inhibit it totally. The optimization of the surfactant/ AL concentration ratio was made with the Design Expert 11 program, being equal to 1; 0.6 and 8 for Tween 20; Brij 35 and SDS, respectively, with maximum activity values of 837, 804 and 299 AU $g^{-1}min^{-1}$.

Palabras claves: actividad enzimática lipoxigenasa, micelas, surfactante.

Keywords: enzymatic activity, lipoxygenase, micelles, surfactant.

1 INTRODUCCIÓN

La actividad catalítica de las enzimas está influenciada por numerosos factores físico-químicos que incluyen la temperatura, el pH, la fuerza iónica, la polaridad del disolvente, la presencia de ciertos iones metálicos y de diversas moléculas orgánicas que pueden actuar como activadores o inhibidores. La susceptibilidad de una enzima a estos factores se atribuye a su complejidad química y estructural, así como también a su capacidad de interacción. La comprensión del modo en que un determinado factor influye en la actividad es de notable importancia, no sólo porque la medición del poder catalítico de cada tipo de enzima depende de la consideración de estos factores, sino también por la importancia práctica para químicos, biotecnólogos, farmacéuticos, e ingenieros, que aspiran a explotar las propiedades enzimáticas con fines comerciales (Purich, 2010). En las células de organismos vivos, algunas enzimas actúan principalmente en la superficie o en el interior de las membranas biológicas, además, las propiedades del agua cerca de una interfase son muy diferentes de las de agua libre. Por estas razones, se considera que muchos estudios tradicionales de enzimas en soluciones acuosas proporcionan una imagen imperfecta de la realidad biológica (Chen et al., 2002). Por ello, para simular in vitro las condiciones de la acción enzimática *in vivo*, se utilizan sistemas modelo basados en las propiedades de moléculas anfifílicas de autoorganizarse en solución (Shome et al., 2007). Entre estos sistemas, las micelas se utilizan con frecuencia puesto que recrean el microambiente del citosol o bien de la matriz de una organela en la que se encuentran las enzimas a nivel celular (Bru et al., 1995).

Los surfactantes utilizados para generar medios micelares son agentes de superficie activa, cuyas moléculas anfifílicas contienen regiones polares y apolares capaces de interactuar con interfases. La concentración a partir de la cual las moléculas se agrupan para dar lugar a micelas, como la concentración a partir de la cual las moléculas se agrupan para dar lugar a la micela se denomina concentración micelar crítica (CMC) (Carvalho y Cabral, 2000). El valor de la CMC depende del balance lipofilia-hidrofilia de la molécula anfipática. Las moléculas que presentan regiones hidrofóbicas largas, generalmente presentan valores de CMC bajos. La CMC disminuye conforme aumenta la longitud de la cadena hidrocarbonada y se encuentra condicionada por las propiedades del medio. La fuerza iónica y la temperatura afectan las interacciones electrostáticas entre los grupos polares afectando así a la determinación de la CMC (Jones y Chapman, 1995).

Los surfactantes pueden ser de diversos tipos, dependiendo de su estructura química, aunque comúnmente se suelen clasificar en función de su grupo polar en iónicos y no iónicos. Los primeros incluyen a los aniónicos, por ejemplo, SDS (Fig.1) y AOT (Fig.2), catiónico como el CTAB (Fig.3) y zwiteriónicos. Entre los no iónicos se utilizan con frecuencia Tween 20 (Fig.4) y Brij 35 (Fig.5) (Prima-Hartley et al., 2000).

En micelas directas, los surfactantes tienen sus cabezas hidrofílicas orientadas hacia la solución acuosa y las colas hidrofóbicas orientadas hacia el interior de la estructura micelar (Viparelli et al., 1999).

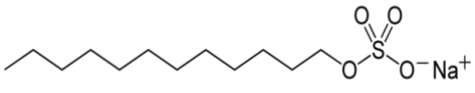


Figura 1. Estructura de dodecil benceno sulfonato de sodio (SDS)

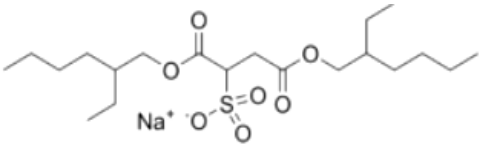
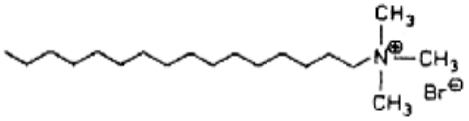


Figura 2. Estructura de (2-etilhexoxi) 1,4-bis -1,4-dioxobutano-2-sulfonato Sódico (AOT)



ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Figura 3. Estructura de Bromuro de hexadeciltrimetilamonio (CTAB)

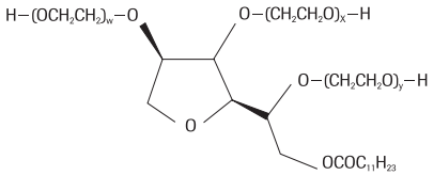


Figura 4. Estructura de Monolaurato de sorbitán polioxietileno (Tween 20)

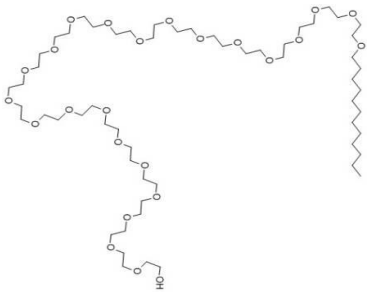


Figura 5. Estructura de Alcohol etoxilado éter láurico polioxietileno (Brij 35)

Las lipoxigenasas (LOX) son dioxigenasas, que catalizan la reacción de oxidación de ácidos grasos insaturados y ésteres, que contienen el sistema 1,4-*cis*, *cis*-pentadieno, formando como productos primarios hidroperóxidos con sistemas diénicos conjugados (Khun, 2000). Debido a que estas enzimas están presentes en alimentos tales como cereales, oleaginosas, hortalizas, y frutas y participan en los procesos oxidativos alimentarios, se han desarrollado diversos procesos tecnológicos a los fines de modular su actividad. Su acción catalítica se ha vinculado al deterioro de la calidad organoléptica y nutricional puesto que participan en la generación de olores desagradables, a pérdidas de pigmentos, tales como carotenoides y clorofilas, y de ácidos grasos esenciales. Sin embargo, también se utilizan estas enzimas como agentes de blanqueo y como mejoradores de la reología y del mezclado de masas panarias y del flavor de jamones (Robinson et al., 1995; Porta y Rocha-Sosa, 2002).

Los objetivos de este trabajo fueron: estudiar la influencia de surfactantes de diferente naturaleza sobre la actividad catalítica de lipoxigenasa, determinar los parámetros cinéticos vinculados a la reacción de oxidación y optimizar la relación de concentraciones de surfactante y de sustrato que maximice su actividad.

2 METODOLOGÍA

2.1 Aislamiento de LOX a partir de porotos de soja

Se trituraron porotos de soja con 50 ml de agua ultra pura; la mezcla se agitó durante 20 min. Posteriormente, se adicionaron PVPP y $CaCl_2$ hasta 43 mM para precipitar compuestos fenólicos y proteínas de almacenamiento, respectivamente. La mezcla fue homogeneizada durante 15 min e incubada a 8°C durante 30 min. Luego se centrifugó a 12.000 g por 10 min, utilizándose el sobrenadante para las determinaciones de actividad (Fukushige et al., 2005).

2.2 Determinaciones analíticas

La actividad catalítica de LOX se determinó en función de la formación de hidroperóxidos conjugados resultantes de la oxidación de ácido linoleico (AL), midiendo para ello la absorbancia, a 234 nm en 10 ciclos cada 20 s. Las determinaciones se realizaron por duplicado a 25 ºC. Se utilizaron celdas de cuarzo de paso óptico reducido de 0,2 cm, y la actividad fue calculada por corrección de absorbancia a 1 cm de paso óptico (p.o.). Una unidad de actividad de LOX, se define como la cantidad que causa un incremento en absorbancia de 0,001 UA/ min a 234 nm, utilizando ácido linoleico (AL) como sustrato, a 25ºC en un volumen de 3 mL para un p.o. de 1 cm. Se prepararon micelas directas de los surfactantes: Tween 20 (1,2 a 13 mM), AOT (0,5 a 25 mM), SDS (1,7 a 7,5 mM), Brij 35(0,6 a 1,7 mM) y CTAB (5 a 100 mM). Se utilizó como sustrato AL en un rango de concentración de 0,11 a 1,66 mM. Se trabajó a pH 9 en todos los casos a excepción del AOT cuyo pH de trabajo fue 8 debido a que éste surfactante se hidroliza en medio básico.

La velocidad de formación de hidroperóxidos, expresada en nM/s, fue calculada usando la siguiente ecuación:

$$V = \frac{A_{234}}{\varepsilon . l . t} \qquad (1)$$

donde A_{234} es la absorbancia a 234 nm; ε es el coeficiente de extinción molar de hidroperóxidos a 234 nm; t es el tiempo de análisis en segundos;

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

l=0,2 cm es el paso óptico reducido de la celda. El valor del coeficiente de absortividad utilizado fue 25000 $M^{-1}cm^{-1}$.

2.3 Tratamiento estadístico y modelado matemático

Se calculó la media y la desviación estándar de los datos obtenidos. Los valores experimentales del proceso catalítico de LOX, correspondientes a la velocidad de formación de hidroperóxidos y la concentración de sustrato, se ajustaron al modelo de Michaelis – Menten, a partir del cual se determinaron los parámetros cinéticos: $V_{máx}$ y K_m. Para determinar la actividad máxima, los datos experimentales se analizaron aplicando la metodología de superficie de respuesta (RSM) a un diseño experimental centrado frontal factorial de dos factores (concentración de surfactante y sustrato) de tres niveles en 13 corridas, incluyendo cuatro puntos centrales por bloque, con un nivel de significancia del 5%. Para establecer el ajuste al modelo se observaron los coeficientes de determinación, la falta de ajuste y los gráficos de residuos. La optimización se realizó con el programa Design Expert 11.

3 RESULTADOS

En la Fig. 6 se presenta la actividad de LOX en función de la concentración de los surfactantes, observándose una notable dependencia de la misma, con la naturaleza del surfactante y su concentración. Los valores de actividad obtenidos para micelas de Brij 35 y Tween 20 son superiores a los de SDS y AOT. Los valores más altos de actividad se observaron a bajas concentraciones de surfactante; a continuación, la actividad catalítica disminuye con el incremento de la concentración. Los valores máximos de actividad fueron 2,5; 0,8; 3 y 1 mM de SDS, Brij 35, Tween 20 y AOT, respectivamente.

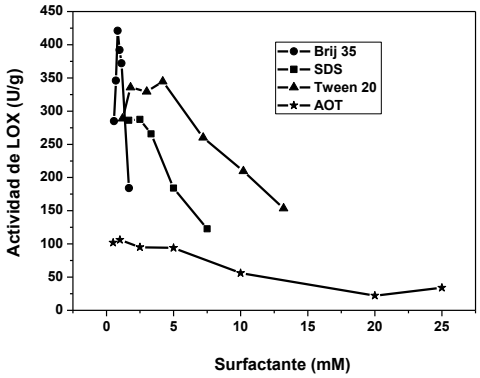


Figura 6. Efecto de la concentración de los surfactantes sobre la actividad de LOX, en micelas de Tween 20, Brij 35, AOT y SDS.

Este comportamiento puede explicarse por la naturaleza electrostática repulsiva de las cabezas polares de los tensioactivos iónicos que es mayor que los requerimientos estéricos de hidratación de los óxidos de etileno de los no iónicos. En la Tabla 1, se presentan las concentraciones de surfactantes para las que se midieron los valores máximos de actividad catalítica.

Tabla 1. Actividad catalítica de LOX en sistemas micelares de diferentes surfactantes.

Surfactante	Concentración (mM)	Actividad de LOX (U/g de soja)
Tween 20	1,80 mM	336
Brij 35	0,84 mM	332
AOT	1,00 mM	99
SDS	2,50 mM	286
CTAB	5-100 mM	-

En micelas de CTAB, no se observó actividad catalítica de la enzima debido al efecto inhibitorio del tensioactivo a las concentraciones estudiadas de acuerdo con lo informado por Srinivasulu y Rao (1993).

Los parámetros cinéticos del proceso catalítico se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros cinéticos de acuerdo con el modelo de Michaelis-Menten.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Sistema Micelar	Parámetros		
	K_m [µM]	$V_{máx}$ [µM/min]	$V_{máx}/ K_m$
Tween 20	202 ±104	76 ± 12	0,4
AOT	1022 ± 309	76 ± 12	0,1
SDS	343 ± 77	105 ± 12	0,3
Brij 35	519 ± 151	130 ±15	0,2

La disminución de la actividad catalítica de LOX por efecto de la naturaleza del surfactante puede verse en términos de la relación molar de $V_{máx}$ y K_m, un incremento en la actividad enzimática a bajas concentraciones de surfactantes se refleja en un alto valor de $V_{máx}/ K_m$. Similarmente, altas concentraciones de surfactantes provocan una disminución de la relación molar indicando este valor una baja afinidad del sustrato por la enzima.
El efecto inhibitorio del tensioactivo, en orden decreciente, es AOT > SDS >Brij 35 >Tween 20 en base a los valores de Km mostrados en la Tabla 2.
A continuación, en la Tabla 3 se presenta, la combinación de los niveles de los factores, los cuales maximizan la actividad catalítica de LOX. A modo de ejemplo, en la Fig. 7 se muestra la representación gráfica de la actividad de LOX en función de la concentración de SDS y ácido linoleico.

Tabla 3. Factores para la Optimización de Respuesta

Concentración de Surfactante	Concentración de Sustrato (AL)	Actividad de LOX (UA/g.min)
Tween 20 0,98 mM	0,91 mM	837
Brij 35 0,63 mM	0,99 mM	804
SDS 1,74 mM	0,21 mM	299

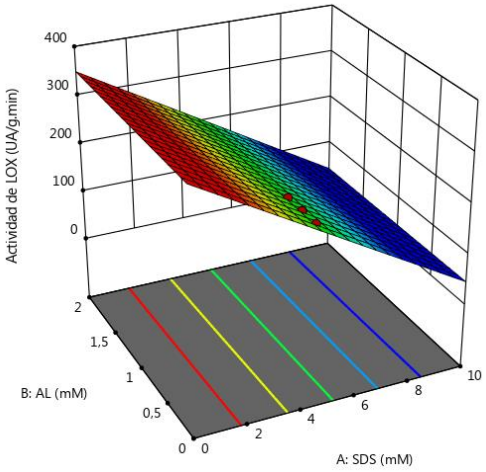


Figura 7. Efecto de la concentración de SDS y ácido linoleico sobre la actividad de LOX.

4 CONCLUSIONES

La actividad de lipoxigenasa de soja en sistemas micelares directos depende de la concentración y tipo de surfactante. Los tensioactivos de carácter no iónico favorecen la actividad, mientras que los iónicos la disminuyen e incluso pueden inhibirla totalmente.

5 REFERENCIAS

Bru, R., A. Sánchez Ferrer and F. García-Carmona, Kinetics models in reverse micelles, *Biochemical Journal*, 310, 721-739, 1995.

Carvalho, C.M.L. and J.M.S. Cabral, Reverse micelles as reaction media for lipases, *Biochimie*, 82, 1063−1085, 2000.

Chen, X.L., L. Wei, H.H. Yang, Q.Z Zhu and J.G. Xu, Exploitation of reversed micelles as a medium in mimetic peroxidase-catalyzed fluorogenic reaction between hydrogen peroxide and L-tyrosine, *Talanta*, 57, 453–460, 2002.

Fukushige, H., C. Wang, T.D. Simpson, H.W. Gardner and D.F. Hildebrand, Purification and identification of linoleic acid hydroperoxydes generated by soybean seed lipoxygenases 2 and 3, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, 5691-5694, 2005.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Jones, M.N. and D. Chapman, *Micelles, monolayers and biomembranes*, Wiley-Liss, New York, 1995.

Kuhn, H., Structural basis for the positional specificity of lipoxygenases, *Prostaglandins & other Lipid Mediators*, 62, 255–270, 2000.

Porta, H. and M. Rocha-Sosa, Plant lipoxygenases. Physiological and molecular features, *Plant Physiology*, 130, 15-21, 2002.

Prima-Hartley, V.G.B., D.A. Gray and A.J. Taylor, Relationship between the Activity of Soybean Lipoxygenase 1 and the Physicochemical Characteristics of Model Food Emulsion Systems, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48, 3190-3197, 2000.

Purich, D.L., Enzyme Kinetics: Catalysis & Control, Elsevier, Oxford, UK, 2010.

Robinson, D.S., W. Zecai,.,D. Claire and C. Rod, Lipoxygenases and the quality of foods, *Food Chemistry*, 54, 33-43, 1995.

Shome, A., S. Roy and P.K. Das, Nonionic surfactants: a key to enhance the enzyme activity at cationic reverse micellar interface, *Langmuir* 23, 4130-4136, 2007.

Srinivasulu, S. and A.G.A. Rao, Kinectic and structural studies on the interarction of surfactants with lipoxygenase L1 from soy beans (*Glycine max*), *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 41,366-371, 1993.

Viparelli P., F. Alfani and M. Cantarella, Effect of cationic and nonionic surfactants on the hydrolysis of N-glutaryl-Lphenilalanine catalysed by chemotrypsin iso-enzymes, *Journal of Molecular Catalysis* B: Enzymatic, 21, 175–187, 2003.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

La metodología participativa como herramienta para transferencia: aportes desde la experiencia

Grimaldi, Pablo A.[1]; Morend, Sol[1,2] y Cilla, Gabriela[1].

(1) Proyecto D-TEC 0016/13 "Diseño de procesos alternativos de transferencia tecnológico/productivo hacia sistemas de producción complejos (sistemas de producción de la Agricultura Familiar)". Universidad Nacional de Santiago del Estero, 4200 Santiago del Estero, Argentina, e-mail: pablogrim22@gmail.com*;*
(2) Jardín Botánico "Ing Ftal. Lucas Domingo Roic"; Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

RESUMEN: Hacer transferencia, conlleva el desafío de responder a las necesidades y particularidades de cada uno de los interlocutores, a través de un "diálogo de saberes", con el fin de lograr soluciones reales. La metodología participativa visibiliza aspectos tradicionales y propone nuevas miradas de las formas de vivir, las relaciones entre las personas, los seres vivos y la naturaleza, como interdependientes, integrales y complejas. Esta dinámica de trabajo se hace presente en cada momento y garantiza: la efectividad, unidad e integridad, mediante el diálogo y la reflexión; relacionando la práctica con la teoría. El presente trabajo, da a conocer las experiencias realizadas en el marco de un proyecto de vinculación y transferencia, en 4 sistemas productivos de la provincia de Santiago del Estero, tomando como base la metodología participativa. Se expone las distintas etapas, actividades y desafíos que conllevo el proceso de transferencia y las consideraciones finales que se desprenden de vivencias recogidas a lo largo del proyecto por parte del grupo de trabajo. El "pequeño productor", actor normalmente excluido en los procesos de innovación, se involucró como tomador de decisiones, desde la definición del problema, la búsqueda de soluciones, la selección y modelado de la propuesta, y su ejecución.

ABSTRACT: Making a transfer, involves the challenge of responding to the needs and particularities of each of the interlocutors, through a "dialogue of knowledge", in order to achieve real solutions. The participatory methodology reveals traditional aspects and proposes new perspectives on the ways of living, the relationships between people, living beings and nature, as interdependent, integral and complex. This work dynamic is present at every moment and guarantees: effectiveness, unity and integrity, through dialogue and reflection; relating the practice to the theory. The present work, gives to know the experiences realized in the frame of a project of connection and transfer, in 4 productive systems of the province of Santiago del Estero, taking as a base the participative methodology. The different stages, activities and challenges involved in the transfer process and the final considerations that emerge from experiences collected throughout the project by the working group are exposed. The "small producer", an actor normally excluded in innovation processes, became involved as a decision maker, from the definition of the problem, the search for solutions, the selection and modeling of the proposal, and its execution.

Palabras claves: Transferencia, abordaje participativo, productores familiares.

Keywords: Transfer, participatory approach, family producers.

1 INTRODUCCIÓN

La metodología participativa como herramienta

Los responsables de las políticas científicas y tecnológicas y de las instituciones, como universidades u otros organismos públicos, acentuaron sus esfuerzos para impulsar el desarrollo tecnológico (Valenti, 2002). Los economistas, a finales del siglo pasado, pudieron comprobar que los sectores que experimentaban mayor crecimiento y más altas productividades, eran los que dependían de la investigación y la tecnología (OCDE, 1996). Con posterioridad, se comprendió que no solo las empresas, sino también otros agentes sociales –públicos y privados- se pueden y deben beneficiar del nuevo conocimiento científico y de las tecnologías de la información y las comunicaciones (UNESCO, 2005). Por lo tanto, la inversión pública en ciencia y tecnología tenía que proporcionar un retorno social adicional al derivado de sus propios fines científicos y docentes (OCDE, 1999); surgiendo la transferencia como una necesidad, una demanda de las sociedades a las políticas públicas e instituciones encargadas de ciencia y tecnología.

Conceptualizaremos en este trabajo a la transferencia como el proceso de intervención social que favorecer el intercambio y la transferencia de conocimiento y tecnología, desde los centros de investigación (universidades y organismos públicos de investigación) hacia las sociedades. Bozeman (2000), postula que los procesos de intercambio y transferencia entre los científicos y los agentes sociales son más eficientes, si se conoce los propios procesos de producción del conocimiento, las diversas dimensiones de los procesos de intercambio y transferencia de conocimiento y los contextos que les afectan.

Promover la participación fortalece las posibilidades de transformación, no solo a nivel colectivo, sino individualmente, ya que la participación es considerada como una necesidad humana, que conecta con el ser, tener y estar de las personas, repercute en la independencia y autonomía, mejorando las condiciones de vida (Abarca Alpízar, 2016). Dentro del proceso de intervención social, la metodología participativa interviene en cada uno de sus momentos, porque garantiza: la efectividad del trabajo y su unidad e integralidad, mediante el diálogo y la reflexión, relacionando la práctica con la teoría, para que este proceso impacte de manera real en la vida de las personas (Leis, 1989); además visibiliza aspectos tradicionales proponiendo nuevas miradas al conocimiento de la realidad, de la vida, de las relaciones entre las personas, de los seres vivos y de la naturaleza, como interdependientes, integrales y complejas (Abacar Alpízar, 2016). El tratamiento global de este conocimiento a nivel conceptual y de las prácticas institucionales (Najmanovich, 2008), se podría lograr, descifrando su sentido desde el interior de los procesos de intervención social; siendo la metodología participativa una intervención activa y concientizadora de la transformación, de esta manera las actividades espontáneas de las personas se vuelven un proceso consciente (Abacar Alpízar, 2016).

En el presente trabajo se acerca la experiencia de un grupo de trabajo que desarrollo sus actividades dentro de un proyecto de vinculación y transferencia, D-TEC 0016/13, en 4 sistemas productivos de la provincia de Santiago del Estero, tomando como base la metodología participativa como herramienta para la transferencia.

Nuestros objetivos

Presentar objetivos claros y bien definidos es la base para todo trabajo, dado que nos permite enfocar las tareas a realizar y las metodologías utilizadas con el fin de optimizar los resultados. Nuestro grupo de trabajo en las distintas etapas del proyecto, se planteó dos grupos de objetivos: *objetivos del proyecto propiamente dicho*, pensados con anterioridad al trabajo a realizar, y otros que llamamos *objetivos vinculados al productor*, los cuales surgieron como una necesidad a la hora de trabajar a campo. Los primeros tenían que ver con aspectos ecológicos y de conservación no solo de diversidad biológica sino también cultural, para lo cual se relevó los recursos del monte disponibles, estableció los usos y valoración de los mismos y propuso formas de manejo. Los segundos, que surgieron como una necesidad y una demanda dentro del componente una vez comenzada la vinculación con los sistemas familiares, fue contextualizar los objetivos del proyecto a las realidades de las distintas familias. Y creemos que este es un punto crítico a la hora de los procesos de vinculación y transferencia, ya que ambos grupos de objetivos, si bien presentan una base en común están influenciados por factores diferentes y a veces hasta contrapuestos. Realizar un puente y llegar a un equilibrio entre ambos

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

objetivos resulto de un trabajo de dialogo, reflexión y compromiso entre los diferentes actores de la transferencia, lo cual pudo realizarse con el tiempo y teniendo como base la participación.

Contextualizando los objetivos

Para contextualizar los objetivos a las diferentes realidades y para encarar los desafíos que implican comprender cómo ciencia, tecnología e innovación nos conducirán de forma efectiva a un desarrollo que exige ser simultáneamente sostenible e inclusivo, necesitamos desentrañar y resolver la complejidad que hace a la multidimensionalidad del desarrollo (Bortagaray, 2016). Para ello se tuvieron en cuenta aspectos socio-económicos (actividades y sub actividades de subsistencia del grupo familiar, servicios básicos que presentaban o adolecían, ingresos extraprediales, la situación con respecto a la tenencia de la tierra), culturales (roles familiares y dentro de las actividades que realiza la misma, historias de vida, rutinas de trabajo y/o esparcimiento cotidianas, aspectos de su identidad) y ambientales (recursos del monte utilizados, los diferentes espacios utilizados, las áreas reales de acción de sus actividades, el estado de conservación de los recursos y las formas de producción). Integrando estos aspectos se logró acercarse a la realidad y contextualizar los sistemas de producción familiar, lo cual nos posibilitó desarrollar y proponer actividades basado hacia sistemas inclusivos y sostenibles.

CONTEXTUALIZANDO LOS SISTEMAS

Las experiencias de transferencia del equipo D-TEC se focalizaron en 4 sistemas productivos familiares de la región Chaqueña semiárida, ubicados en la provincia de Santiago del Estero. Condicionados por las características bio-climáticas, hidrológicas, edáficas de la región, la aptitud productiva de la tierra y el acceso a los recursos naturales, cada uno de los sistemas presenta diferentes estilos de producción. Con nulo o pequeño exceso de agua, con veranos calientes y lluviosos, e inviernos secos y fríos (Boletta *et al*., 2006), el déficit hídrico climático es compensado en parte, por el sistema de riego del río Dulce que posibilita el acceso al agua de manera regular. En esta área, nuestro grupo de estudio trabajó con dos familias y un grupo de familias con organización comunal, ubicados en los departamentos Banda y Robles. Mientras que, el cuarto grupo familiar se ubica en el área de secano, donde la disponibilidad de agua es el principal factor limitante para las condiciones de vida y de producción. Las prácticas de manejo de los recursos son diferentes en cada zona, lo cual, implica que cada sistema productivo sea particular y deba ser comprendido en el contexto ambiental en el que está inserto.

Familias del área de riego

Grupo familiar de la localidad El Polear, Dpto. Banda (Fig. 1a). La actividad principal de la familia es la elaboración artesanal de quesos de cabras. Realizan otras actividades como granja educativa, aves de corral, cría de cerdos. Además de los ingresos por la venta de productos y las visitas escolares, la familia cuenta con ingresos extraprediales. Una práctica común en este sistema es el trueque de productos elaborados por insumos (alimento para ganado). La familia cuenta con un predio de 5 ha de su propiedad y 30 ha de bosque nativo, que no son de su propiedad, que comparte con productores vecinos para la alimentación del ganado. Esto influye en la producción debido a que condiciona la disponibilidad espacial y temporal de los recursos forrajeros, por futuros loteos o venta de los terrenos prestados. El predio posee acceso al agua potable, red del suministro eléctrico, y se emplea gas envasado para uso doméstico y elaboración de quesos.

Grupo familiar de la localidad de Los Pereyra, Dpto. Robles (Fig. 1b). La actividad productiva de este grupo familiar es diversificada, cuenta con una superficie de 9 ha destinadas al cultivo de alfalfa (el 70%), para la producción artesanal de fardos, cultivo de maíz (el 20 %), para alimento de los animales, y la cría de pollos parrilleros, cerdos, aves, conejos (9 %). Además, destina una pequeña superficie al cultivo de hortalizas y frutales, para elaboración de dulces, venta y consumo propio. La familia posee ingresos extraprediales provenientes de subsidios estatales. El predio cuenta con luz eléctrica, agua potable de red y cocina a gas envasado. Los residuos de cosechas de maíz son utilizados para la cocina a fuego y las chalas son picadas e incorporadas al suelo como abono.

Grupo de familias con organización comunal, Dpto. Robles (Fig. 1c). Este grupo de familias comparte una filosofía de vida reflejada en las formas de producir, la división del trabajo, las relaciones interpersonales y la valoración y forma de vincularse con los recursos naturales. Se trata de un sistema diversificado y tecnificado destinado al autoconsumo y a la venta. Cuentan con un predio de 602 ha, de las cuales 450 están destinadas a actividades agropecuarias, cultivos de frutales y huerta, 130 ha corresponden a bosque

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

nativo y unas 22 ha se destinan a otras coberturas (caminos, instalaciones, corrales, represa, etc.). Además del aspecto productivo, poseen diferentes estrategias de comercialización a través de dos locales propios y mediante la distribución de productos que compran a terceros y los venden en el interior de la provincia. El grupo de familias administra un fondo común producto del trabajo comunitario. Los únicos ingresos extraprediales son las pensiones y jubilaciones. El establecimiento cuenta con energía eléctrica, agua potable, y utilizan gas envasado y gasoil para realizar actividades agropecuarias. A partir de estiércol de vaca produce biogás, en reactores biodigestores para abastecer la cocina.

Familia en área de seca

El grupo familiar del paraje Santa Isabel, Dpto. Atamisqui (Fig. 1d). El grupo familiar se dedica a la producción pecuaria, agrícola y artesanal. Dispone de un predio de 40 ha, de las cuales sólo 10 ha son ocupadas efectivamente. La actividad pecuaria se centra en la cría de animales para la venta y el autoconsumo, principalmente cabras, ovejas, aves de corral y cerdos. La alimentación del ganado caprino se realiza en el corral a base de alfalfa y maíz, comprados una vez por mes; y frutos recolectados del bosque (algarroba, mistol y chañar). Durante los meses de verano el ganado se alimenta en el monte. La familia realiza la recolección y aprovechamiento múltiple de los recursos del bosque nativo: leña, elementos para la construcción, tintes naturales, frutos del monte para elaboración de dulces y arropes. Además, elabora escabeches de cabrito y pollo, hilos y tejidos artesanales. La baja disponibilidad de agua y la elevada salinidad del suelo, son las principales limitantes para la actividad agrícola, sin embargo, se destina 1 ha al cultivo de forrajes y de hortalizas para el consumo familiar. Además de los ingresos por la venta de productos, la familia cuenta con ingresos extraprediales. La vivienda no dispone de red de agua potable, cuenta con un aljibe para la recolección de agua de lluvia, y un depósito para el almacenamiento de agua que abastece el comisionado municipal. Cuenta con energía eléctrica, cocina a gas envasado y leña. La calefacción de la vivienda y cocción de algunos alimentos se realiza a base de leña que la familia recolecta de las cercanías del predio o compra en mercados locales.

Nuestra experiencia

Durante los primeros acercamientos a los diferentes grupos familiares se realizaron entrevistas (semiestructuradas) y caminatas participativas (Fig. 2a), acompañando a los productores en las diferentes actividades, realizando preguntas sobre aspectos sociales, económicos, culturales y ambientales. Las mismas tenía la finalidad de contextualizar y vincularse con las familias a partir del dialogo. Esta metodología con el tiempo se hizo extensiva a los diferentes actores de grupo familiar Permitiendo al equipo de trabajo ahondar aún más en las necesidades y las diferentes visiones que cada miembro de la familia tenía sobre los distintos temas y actividades que se desarrollaron a lo largo del proceso de transferencia. Se realizaron además muestreos de vegetación en las diferentes estaciones del año a lo largo de todo el proyecto (Fig. 2b-c), con la finalidad de caracterizar el estado de conservación de los diferentes espacios utilizados, la disponibilidad de recursos y las formas de manejo que se realizaban en cada uno de los sistemas de producción. También se mapearon los espacios de cada sistema productivo (Fig. 3), para ello se trabajó con mapas satelitales y se determinó junto con los productores y georreferenciando la función de los mismos, el tamaño, las intervenciones y los cambios que surgieron luego del proceso de transferencia. Sumado a ello se relevó los recursos del monte que utilizan y el valor cultural de los mismos para cada uno de los sistemas productivos (Fig. 2d).

Acciones conjuntas

Como resultado del "dialogo de saberes" se desarrollaron actividades conjuntas con el objetivo de responder a demandas específicas que fueron surgiendo. Entre ellas están: instalación de trampas nido para abejas nativas y su seguimiento (Fig. 4a-b), lo cual surge como idea para fortalecer la producción de sus huertas y cultivos al favorecer la presencia de polinizadores naturales cerca de los mismo; fortalecimiento de la meliponicultura, realizando actividades de trasiego y promoviendo la cría racional de abejas nativas sin aguijón (Fig. 4c), objetivo que no estaba previsto en el proyecto y que surge como necesidad y demanda de los productores; identificación de la flora forrajera caprina (Fig. 4d) y posterior confección de un calendario forrajero, poniendo de relieve la importancia de numerosas especies vegetales del monte que resultan en un valioso recurso para la cría de cabras, generando una revisualización del

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

monte, revalorizando su importancia y determinando con el calendario las especies de mayor preferencia y más abundantes, propicias para realizar un manejo y optimizar el recurso; derivado de las actividades anteriores se realizó la plantación y el seguimiento de 1 hectárea de *Prosopis alba* y P. *nigra*, acompañado luego de *Vachellia aroma*, *Geoffroea decorticans* y *Sarcomphalus mistol*, todas especies con alto valor forrajero; identificación de la flora de interés apícola a través de la confección de un calendario floral participativo (Fig. 5a-b), que le permitió al productor incrementar la productividad de su sistema; como corolario de la actividad anterior se logró que el productor se involucre en la participación como coautor de trabajos de corte académico presentando en el año 2018 en el Cuarto Congreso del Foro de Universidades Nacionales para la Agricultura Familiar, realizado en La Rioja, Argentina (Fig. 5c); por último, se llevó a cabo la realización de talleres y charlas referidas a diferentes temáticas e inquietudes que fueron surgiendo a lo largo del proyecto (Fig. 6), donde los productores no solamente participaron como oyente de las mismas, sino como disertantes, comunicando en el espacio de la Universidad las actividades que realizan en sus predios, socializando con la comunidad académica y diferentes organizaciones los aportes y sus experiencia de producción.

Consideraciones finales

Dentro de los 4 sistemas productivos familiares, existe una convergencia de miradas y valoración, que apuntan al "monte"; espacio de producción, subsistencia e identidad. Esta multiplicidad de miradas, se debe a las necesidades que el monte satisface en la vida de las familias, atribuyéndole así, valor cultural. Para pensar la conservación del monte y el manejo de su biodiversidad, Riat (2012) expresa la necesidad del estudio de las interrelaciones entre los humanos y su entorno, porque facilita el desarrollo personal y comunitario en armonía con el ambiente y la cultura de los pueblos. Profundizar en estudios que indaguen sobre las prácticas culturales, contribuiría a fomentar programas de desarrollo sustentable acordes a las necesidades de conservación de los sistemas de producción familiar. Por lo tanto, la pérdida de conocimiento y prácticas locales, podría resultar en la pérdida concomitante de integridad ecológica, y aunque ocurriera un reemplazo de alguno de los dos, es poco probable que contengan las mismas características (Pretty *et al*., 2009).

Por esta razón hacer transferencia, conlleva desde el inicio no sólo el desafío que significan experiencias nuevas, sino el compromiso de responder a las necesidades y particularidades de cada uno de los interlocutores, a través de un "diálogo de saberes". Aprender a trabajar en otro contexto ajeno al académico y repensar la manera de hacer transferencia significa un "ida y vuelta" constante con los participantes, de manera horizontal, sin perder de vista el protagonismo de los grupos involucrados, para dar soluciones reales. A su vez, la planificación y el trabajo, en las parcelas donde las familias viven y producen, facilita el proceso de transformación, adoptando y apropiándose de nuevos conocimientos, revisualizando y reconstruyendo los propios. De esta manera se genera un mosaico de nuevas experiencias que ayudan a internalizar el proceso de transferencia participativa, para la autogestión. El enfoque participativo da lugar a que el pequeño productor, actor normalmente excluido en los procesos de innovación, se involucre como tomador de decisiones, desde la definición del problema, la búsqueda de soluciones, la selección y modelado de la propuesta, y su ejecución (Córdoba *et al.* 2004).

Desde nuestra experiencia, la aplicación de un enfoque participativo promovió que el productor se involucre como tomador de decisiones, desde la definición de problemas productivos concretos, la búsqueda de soluciones, la selección y modelado de la propuesta, y su ejecución. Esta forma de trabajo permitió que las soluciones se adecuen a las condiciones reales de producción acordes con la complejidad de los sistemas productivos y sociales en los cuales se desenvuelven. El trabajo de forma conjunta, bajo las condiciones y la participación del pequeño productor, en las parcelas donde él vive y produce, facilitó el proceso de adopción y apropiación de nuevos conocimientos y habilidades (Marozzi *et al*., 2017). A su vez, las estrategias de trabajo participativo visibilizaron la contribución del pequeño productor en la solución de sus problemas productivos, concientizando sobre las propias capacidades y conocimientos.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 1. Espacios de los diferentes productores familiares; a) corral caprino del grupo familiar de la localidad El Polear, Dpto. Banda, b) lote de siembra del grupo familiar de la localidad Los Pereyra, Dpto. Robles, c) colmenas del grupo de familias con organización comunal, Dpto. Robles, d) patio del grupo familiar del Paraje Santa Isabel, Dpto. Atamisqui.



Figura 2. Acciones realizadas por el grupo de trabajo; a) caminata participativa con cabritero de El Polear, b) muestreos de vegetación, c) identificación de especies vegetales en laboratorio, d) “algarrobas” de *Prosopis nigra* utilizadas como forraje.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

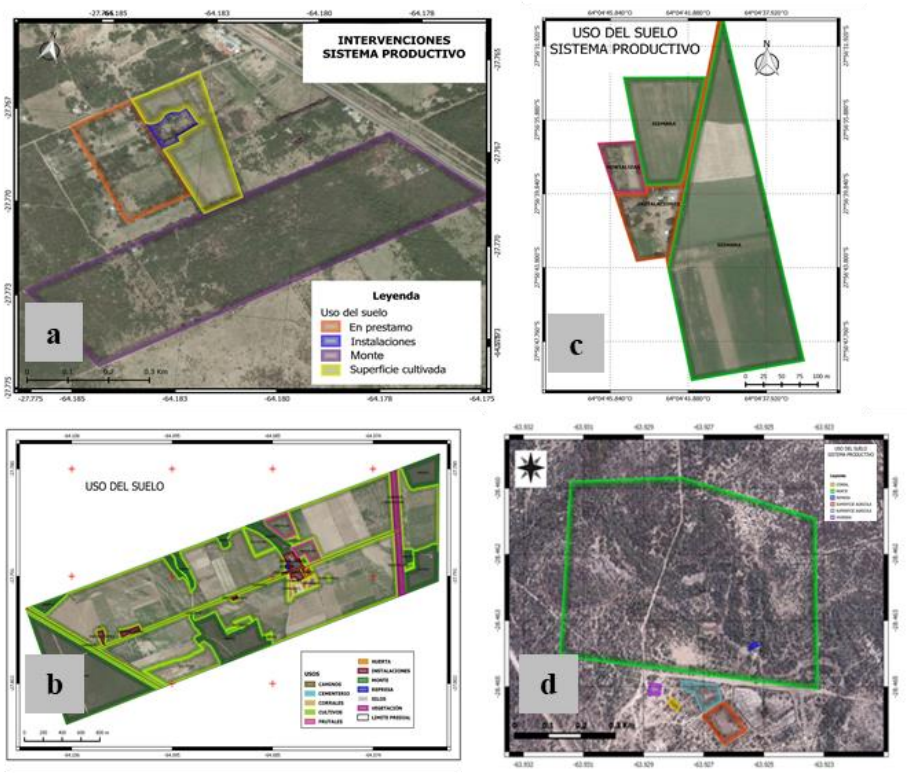


Figura 3. Mapeo de uso del suelo de los distintos sistemas productivos familiares; a) sistema productivo familiar El Polear, Dpto. Banda; b) sistema de familias con organización comunal, Dpto. Robles; c) sistema productivo familiar Los Pereyra, Dpto. Robles; d) sistema productivo familiar Paraje Santa Isabel, Dpto. Atamisqui.



Figura 4. Acciones conjuntas realizadas; a) hotel para abejas nativas; b) instalación de trampas nidos para abejas nativas; c) cajas de cría racional de abejas nativas sin aguijón; d) plantación del huerto forrajero caprino.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 5. Acciones conjuntas con el productor apícola; a) clasificación de las muestras polínicas; b) revisión de las trampas polínicas en las colmenas de *Apis mellifera*; c) imagen del poster presentado junto con al productor apícola.



Figura 6. Muestra del ciclo de charlas y talleres en el marco del proyecto; a) disertación del productor del Paraje Santa Isabel, Dpto. Atamisqui; b) disertación sobre "chagas" por parte del grupo de trabajo.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

2 BIBLIOGRAFIA

Abarca Alpízar, F., La metodología participativa para la intervención social: Reflexiones desde la práctica. Revista Ensayos Pedagógicos 11, 87-109, 2016.

Boletta, P. E., A. C. Ravelo, A.M. Planchuelo y M. Grillo, Assessing deforestation in the Argentine Chaco, Forest Ecology and Management 228, 108-114, 2006.

Bortagaray, I., Políticas de Ciencia, Tecnología, e Innovación Sustentable e Inclusiva en América Latina, Foro CILAC, 2016.

Córdoba, M., M. V. Gottret, López Tito y Asociados, Á. Montes, L. Ortega y S. Perry, Innovación participativa: experiencias con pequeños productores agrícolas en seis países de América Latina, CEPAL–SERIE Desarrollo productivo, 159, 2004.

Leis, R., El arco y la flechas: Apuntes sobre metodología y práctica transformadora, Panamá, CEASPA, 1989.

Marozzi Mo, P., A. Guzmán y G. Cilla, Transferencia técnico/productiva desde la universidad: abordaje participativo para dar respuesta al bache forrajero en sistemas de producción familiar, Libro de Resúmenes Encuentro de Jóvenes Investigadores, Editorial Ideart, Santiago del Estero, Argentina, 2017.

Najmanovich, D., Mirar con nuevos ojos: Nuevos paradigmas en la ciencia y pensamiento complejo, Editorial Biblos, Buenos Aires, Argentina, 2008.

Bozeman, B., Technology transfer and public policy: a review of research and theory, Research Policy 29, 627-656, 2000. http://dx.doi.org/10.1016/s0048-7333(99)00093-1

OCDE, The Knowledge-based Economy, París, OCDE, 1996.

OCDE, University research in transition, Paris, OCDE, 1999.

Pretty, J., B. Adams, F. Berkes, S. Ferreyra de Athayde, N. Dudley, E. Hunn, L. Maffi, K. Milton, D. Rapport, P. Robbins, E. Sterling, S. Stolton, A. Tsing, E. Vintinner y S. Pilgrim, The intersections of biological diversity and cultural diversity: towards integration. Conservation and Society 7, 100-112, 2009.

Riat, P., Conocimiento campesino, el "monte santiagueño" como recurso forrajero. Trabajo y Sociedad Sociología del trabajo", Estudios culturales. Narrativas sociológicas y literarias [en línea]. Santiago del Estero, UNSE, 2012. Consultado el 22 de marzo de 2018 en http://www.unse.edu.ar/trabajoysociedad

UNESCO, Hacia las sociedades del conocimiento, Ediciones UNESCO, Paris, 2005.

Valenti, P., La sociedad de la información en América Latina y el Caribe: TICs y un nuevo marco institucional. CTSiI, Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, 2002. Retrieved from http://www.oei.es/revistactsi/numero2/valenti.htm#31

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Reducción del contenido de sal en un producto curado de carne de llama

Godoy, Mónica D.[1]; Ancasi, Edgardo G.[2]; Gerbi, Pablo M.[3]; Farfán, Norma B.[1,2.]

(1) Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ingeniería.
danielagodoy@outlook.com;
(2) Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Ciencias Agrarias.
(3) Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar Región NOA.
Hornillos, Maimara, Jujuy, Argentina.

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue reducir el contenido de sal en un producto curado de carne de llama, evaluar su vida útil y determinar el efecto de esta reducción sobre la composición proximal y características fisicoquímicas. Se utilizó corte pierna y se evaluaron cuatro formulaciones (2,0, 2,5, 3,0 y 3,5% de sal). Las etapas de obtención del producto fueron: inyección de salmuera, masajeado, salado en seco, fermentación (a 8°C durante 12 días), feteado, secado (deshidratador solar IPAF NOA) y envasado al vacío. Se realizaron análisis fisicoquímicos: pH, color, aw; determinación de la composición proximal: humedad (AOAC 950.46.B), lípidos (Bligh & Dyer), proteínas (AOAC 981.10 - Método de Kjeldahl), cenizas (AOAC 920.153); y determinación de la vida útil a tiempo real mediante análisis sensoriales y microbiológicos: hongos y levaduras (ISO 21527-2:2008), coliformes totales (ICMSF, 1983), estafilococos coagulasa positiva (ICMSF, 1983), anaerobios sulfito reductores (ISO 15213:2003) y salmonella spp (ICMSF, 1983). Los productos con 2,0 y 2,5% de sal se deterioraron durante la fermentación y se descartaron. Los productos con 3,0 y 3,5% de sal mostraron una vida útil de 16 y 30 días respectivamente. La reducción de sal no tuvo efectos significativos en la composición proximal y características fisicoquímicas.

ABSTRACT: This project aimed at reducing the salt content of a cured llama meat product, assessing its shelf life, and determining how such decrease affects its proximate composition and physicochemical properties. A hinder quarter cut was selected, and four formulations were assessed (2.0, 2.5, 3.0 and 3.5% salt). The stages of the manufacturing process were: brine injection, massaging, dry-salting, fermentation (at 8ºC for 12 days), slicing, drying (solar dehydrator from the Argentine Northwest's Institute for Research and Technological Development for the Small Family Farming [IPAF]), and vacuum packing. Physicochemical analyses were carried out: pH, colour, aw. Its proximate composition was determined: moisture (AOAC 950.46.B), lipids (Bligh & Dyer), protein (AOAC 981.10 – Kjeldahl Method), ash (AOAC 920.153). Its real shelf life was determined through microbiological and sensory analyses: moulds and yeasts (ISO 21527-2:2008), total coliforms (ICMSF, 1983), coagulase-positive Staphylococci (ICMSF, 1983), sulfite-reducing anaerobes (ISO 15213:2003), and salmonella spp. (ICMSF, 1983). During the fermentation stage, products with 2.0 and 2.5% salt spoiled, and were discarded. Products with 3.0 and 3.5% salt yielded a 16 and 30-day shelf life, respectively. Salt decrease did not affect significantly proximate composition and physicochemical properties.

Palabras clave: Carne de llama, curado, reducción de sal.

Keywords: Flame meat, curing, salt reduction.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

Según datos del último Censo Nacional Agropecuario (INDEC, 2008), la mayor cantidad de llamas del país se localizan en la provincia de Jujuy y se concentran principalmente en la región Puna. La producción de camélidos y ovinos es una ganadería que se adapta particularmente bien a las condiciones extremas de la puna jujeña y tiene mayor viabilidad sobre la producción de otros animales. Por este motivo, es y siempre ha sido el principal sustento de los pueblos andinos (Lamas, 2007). Los CS domésticos, a veces en asociación con ovinos, son el principal medio de utilización productiva de grandes áreas de pastos naturales en las zonas alto-andinas donde la agricultura y la crianza de otras especies de animales no se logran satisfactoriamente. La vegetación de estos lugares es bien aprovechada por las llamas lo cual se evidencia en la obtención de carne y fibras de alta calidad (Quispe et al, 2009).

Aproximadamente el 90% de los criadores de llamas de la Puna Jujeña, son pequeños productores que para la faena de sus animales cuentan con dos mataderos habilitados con tránsito provincial en las localidades de Cieneguillas y de Barrios distantes a 50 y 30 km de La Quiaca, respectivamente. El primero está a cargo de la Corporación para el Desarrollo de la Cuenca de Pozuelos (CO.DE.PO) y el otro de la Micro Región Yavi. Los productores puneños tienen la posibilidad de realizar una faena adecuada, que cumple con las condiciones y requisitos técnicos exigidos por la reglamentación vigente para tal operación (SENASA Decreto Nacional 4238/68 y Resolución Agricultura Familiar de la Ley Federal de Carnes 22375). Ambos mataderos tienen perspectivas a un futuro cercano de lograr la habilitación correspondiente para comercializar sus productos con transito federal.

Utilizando la carne de llama como materia prima en la región, actualmente, se elaboran de forma artesanal productos curados, salazones, charqui, entre otros, los cuales son destinados al auto-consumo y venta en pequeña escala. Existen asociaciones como Organización de Comunidades Aborígenes y Campesinas de la Puna y Quebrada de Jujuy Argentina (Red Puna), la Corporación para el Desarrollo de la Cuenca de Pozuelos (CO.DE.PO.) y la Asociación de Pequeños Productores Aborígenes de la Puna (AAAP) que se dedican a la producción de carne y productos cárnicos que se comercializan en la provincia (Alcoba *et. al*, 2015).

La Organización Mundial de la Salud recomienda reducir el consumo de sodio en los adultos a menos de 2 g/día (5 g NaCl/día) debido a que la ingesta de elevadas cantidades de sodio se encuentra directamente relacionada con el incremento de la tensión arterial y el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares (OMS, 2017). Dentro de las recomendaciones para poder reducir la ingesta de sodio, la OMS propone a la industria alimentaria reducir el contenido de sal en la formulación de los alimentos.

En Argentina, a partir del año 2011 se implementó el programa "Menos Sodio Más Vida". Es una iniciativa que persigue disminuir el consumo de sal de la población en su conjunto para reducir la importante carga sanitaria que representan las enfermedades cardiovasculares, cerebrovasculares y renales. En 2013 se sanciona la ley N°26.905/13 que fija los valores máximos de sodio para diferentes grupos de alimentos. Esta ley establece un contenido de sodio de 1900 mg de Na/100 g de producto, en productos cárnicos curados secos.

Las carnes curadas se encuentran dentro del grupo de alimentos que más contribuyen a la ingesta alimentaria de sal. Por lo tanto, para responder a los programas de reducción de sal en los alimentos preparados, se busca desarrollar un producto con porcentajes de sal menores al establecido en la Ley 26.905/13. En consecuencia el objetivo de presente trabajo es obtener un producto curado de carne de llama reducido en su contenido de sodio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima utilizada en el trabajo fue carne de llama proveniente de animales de la Cuenca de los Pozuelos, provincia de Jujuy, faenados en abril de 2017. El corte seleccionado para realizar el producto fue Pierna y éste se obtuvo completo con hueso. Se tomaron ambas piernas, derecha e izquierda, de dos animales jóvenes, machos enteros. Los cortes fueron prolijados retirando tejido conectivo, tejido graso y cartílagos y a continuación se realizó el deshuesado. Las piernas fueron divididas obteniendo dos secciones de carne de cada pierna a las que se identificó como C1, C2, C3 y C4.

Los productos se elaboraron utilizando una formulación diferente en cada una de las secciones anteriores, diferenciándose entre ellas solamente por el porcentaje de sal empleado (2,0, 2,5, 3,0 y 3,5%). Como parte de la formulación se utilizaron sales de cura, Nitrato de Sodio ($NaNO_3$) y Nitrito

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

de Sodio ($NaNO_2$), en las cantidades 0,02% y 0,01% respectivamente. Por ultimo cada formulación contenía 1,0% de azúcar y 0,1% de Eritorbato de Sodio ($C_6H_7NaO_6$).

Con el total de los ingredientes de cada formulación y solamente un 20% del total de sal a utilizar se elaboraron las salmueras correspondientes a cada sección de carne (150 mL). La salmuera se inyectó en forma pareja y homogénea sobre cada pieza y a continuación se masajearon para ayudar a la distribución de la misma en el interior de la carne. Este procedimiento se desarrolló en tres etapas con masajes de 10 minutos cada una e intervalos de 30 minutos de reposo. Luego se realizó un salado en seco frotando la superficie de las piezas con la sal restante de formulación (80% de la cantidad total) utilizando sal granulada, durante aproximadamente 15 min cada una hasta que no se observaron cristales de sal en la superficie. Las piezas se colocaron en heladera Standard Electric a 8°C (Frey, 1983) para dar lugar a la etapa de fermentación durante la cual se realizó el seguimiento del pH. La fermentación tuvo una duración total de 12 días.

Las piezas fermentadas se fetearon obteniendo de cada pieza un total de 12 fetas de 3 cm de espesor. Las mismas se sometieron a una etapa de secado en deshidratador solar ubicado en el Instituto de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Agricultura Familiar Región NOA (IPAF NOA) en la localidad de Hornillos. El deshidratador empleado fue construido por Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional en Salta (INENCO – Salta).

El secado se realizó por etapas. Las muestras se colocaron en el deshidratador 5 horas por día (desde las 10 h hasta las 15 h). Se registró el peso de cada pieza de carne al inicio y al finalizar cada día de secado. La operación duró 3 días hasta que las piezas de carne alcanzaron una merma de peso mínima de 35% un valor de a_w de 0,91 en promedio (Frey, 1983).

Las mermas de peso se determinaron utilizando la ecuación (1)

$$\%Merma = \frac{P_0 - P_f}{P_0} * 100 \quad (1)$$

donde P_o es el peso inicial del producto (kg) y P_f es el peso final después del secado (kg).

De las 12 fetas obtenidas en cada sección de carne, 3 fetas se tomaron para realizar análisis a tiempo 0. Las fetas restantes se envasaron al vacío en plástico de alta densidad en envasadora al vacío Vac Star S210SL y se almacenaron por periodos de tiempo de 30 a 90 días a temperatura y humedad relativa ambiente en San Salvador de Jujuy.

El rendimiento de los productos se determinó utilizando la ecuación (2)

$$\%\,\mathrm{Re}\,n\,\mathrm{dim}\,iento = \frac{P_N}{P_B} * 100 \quad (2)$$

donde P_N es el peso neto de producto obtenido (kg) y P_B es el peso bruto de la carne empleada para la elaboración del producto (kg).

Sobre los productos terminados se realizaron análisis fisicoquímicos: color (medidor de color *ColorQuest* Hunter Lab), pH (pHmetro Jenco 6010N, EMV Hanna) y a_w (Aqualab Serie 3T); y determinación de la composición proximal: humedad (AOAC 950.46B), proteínas (AOAC 981.10), lípidos (Bligh & Dyer, 1959) y cenizas (AOAC 920.153).

Para determinar la vida útil se realizó un estudio a tiempo real tomando muestras a 30, 60 y 90 días de almacenamiento para realizar análisis sensoriales (evaluación de la pérdida de atributos de calidad) y microbiológicos: hongos y levaduras (AOAC 987.09); *Staphylococcus aureus* (ICMSF, 1983); Coliformes totales (ICMSF, 1983); *Salmonella sp.* (ICMSF, 1983); Anaerobios sulfito reductores (ISO 15213:2003).

Los resultados de los experimentos fueron analizados por análisis de la varianza en programa Excel 2013. Los diferentes tratamientos fueron comparados sobre la base de las medias cuadráticas. Las diferencias entre medias se analizaron mediante ANOVA.

2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.1 Etapa de Elaboración

La Tabla 2 muestra el seguimiento del pH de las secciones de carne durante la etapa de fermentación. En todas las piezas se puede observar una disminución en el valor del pH a medida que avanza la fermentación. Esto ocurre debido a que en esta etapa, los microorganismos de la flora endógena de la carne, específicamente bacterias acido lácticas, comienzan a fermentar los azúcares presentes transformándolos en ácido láctico (entre otros productos) y su acumulación en la carne provoca la caída del pH (Parra Huertas, 2010).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

En esta etapa la humedad de la pieza cárnica todavía es muy elevada por lo cual el descenso del pH es fundamental para asegurar la conservabilidad del producto. Si el pH no desciende se corre un alto riesgo de deterioro (Frey, 1983). Por otra parte la acidificación también regula la velocidad de disociación del ácido nitroso y por lo tanto la formación de los pigmentos responsables del desarrollo del color rojizo característico de los productos curados (Price & Schweigert, 1994).
Las secciones C1 y C2 no lograron la suficiente caída de pH para evitar el deterioro. Durante esta etapa se observó un abundante crecimiento de microorganismos, formación de colonias de colores blanco y verdoso y aparición de limo superficial. Esto indica que una formulación con 2,0 y 2,5% de NaCl no es suficiente para inhibir el desarrollo microbiano.

Tabla 2. Seguimiento del pH de las secciones de carne durante la etapa de fermentación.

Sección	Días de fermentación				
	0	3	4	5	10
C1	5,41	5,39	5,38	5,23	5,14
C2	5,47	5,46	5,48	5,39	5,20
C3	5,33	5,18	5,04	5,01	4,99
C4	5,34	5,08	4,97	4,92	4,91

Durante la etapa de deshidratación se produce una disminución en el peso de las piezas de carne como consecuencia de la salida de agua del producto. En la Figura 6 se muestra la reducción de peso lograda en las piezas cárnicas a medida que avanza la etapa de secado. Se puede observar que la deshidratación ocurre en forma pareja y que la velocidad de secado es la misma para ambas piezas y se mantiene más o menos constante durante toda la operación, siendo ligeramente mayor durante las primeras 5 horas. Las mermas de peso logradas en las piezas con 3,0 y 3,5% de sal fueron de 40,40 y 40,46% respectivamente obteniendo de esta forma un rendimiento de 61,53 y 61,15% respectivamente.

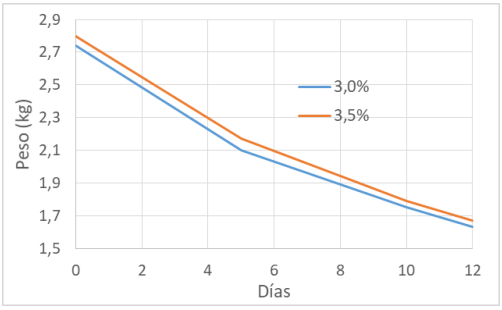


Figura 6. Disminución del peso de las piezas a lo largo de la deshidratación.

Composición proximal

En la Tabla 3 se muestra la composición proximal de los productos. A partir del análisis de varianza se concluye que no existen diferencias significativas (P>0,05) entre los valores obtenidos. Por lo tanto la variación en el porcentaje de sal de formulación no influye en la composición proximal. Las variaciones en este caso se deben a la composición no homogénea de la materia prima empleada.

Tabla 3. Composición proximal (Media ± DE) de los productos terminados.

Sección	Porcentajes (g/100 g)			
	Humedad	Proteínas	Lípidos	Cenizas
C3	51,3482 ± 0,3009	39,18 ± 0,28	3,66	7,32 ± 0,22
C4	46,5679 ± 0,1388	44,86 ± 0,32	3,29	7,22 ± 0,07

Análisis Fisicoquímicos

Los resultados de los análisis fisicoquímicos se muestran en la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 4. En ambos casos el pH obtenido se encuentra alrededor de 5,00 siendo este valor esperado para estos productos y apto para la conservación. La a_w de la misma forma se encuentra dentro de valores seguros para actuar como barrera de crecimiento para microorganismos más comunes en carne y de esta forma asegurar la conservación de los productos. El análisis de varianza indica que la variación en los porcentajes de sal de formulación no produjo diferencias significativas (P>0,05) en los valores obtenidos.

Tabla 4. Análisis fisicoquímicos

Sección	Color			pH	a_w
	L*	a*	b*		
C3	29,89	18,66	10,14	5,02	0,921
C4	31,16	15,01	8,11	4,97	0,923

2.2 Análisis microbiológicos

Los recuentos microbiológicos todos los productos terminados dieron resultados negativos y ausencia de Coliformes Totales, *Salmonella spp*, *Staphylococcus aureus* y Anaerobios Sulfitos Reductores. Solamente se contabilizaron UFC de hongos y levaduras (Tabla 5) y estos se encuentran dentro de los límites establecidos por Código Alimentario Argentino (CAA) (< 10^3 UFC/g), por lo cual se puede concluir que se logró desarrollar un producto de buena calidad microbiológica y apto para el consumo.

Se puede observar en la Tabla 5 que la sección C4 es quien presenta menor recuento de hongos y levaduras. El NaCl cumple un papel antimicrobiano en los productos (Andújar, 2009) motivo por el cual la sección C4 elaborada con 3,5% de sal presenta menor recuento que la sección C3 (3,0% de sal).

Las a_w obtenidas en los productos del presente estudio, alrededor de 0,91, fueron suficientes para evitar la multiplicación de la mayoría de las bacterias, cuyos recuentos fueron nulos. Sin embargo los hongos y levaduras son microorganismos más tolerantes a las bajas a_w (Andújar, 2009) por lo que en los productos terminados se encuentran en cantidades elevadas.

Por otra parte el pH de los productos no constituye una barrera para el crecimiento de hongos y levaduras, ya que estos se pueden desarrollar en un amplio rango de pHs, creciendo en forma óptima entre 4,5 a 6,5 (Restrepo Molina *et al*, 2001) con lo cual es de esperar que se encontraran estos microorganismos en los productos elaborados.

2.3 Vida útil

Durante el almacenamiento, de igual forma que en los productos terminados, solo se desarrollaron hongos y levaduras (Tabla 5). Por lo tanto se tomó a estos microorganismos como indicadores del fin de la vida útil del producto

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

cuando su recuento supere las 10^3 UFC/g permitidas por el CAA.
Se construyeron las gráficas (Figuras 2 y 3) de crecimiento microbiano y utilizando la ecuación de la línea de tendencia de cada producto, se pudo calcular que los recuentos sobrepasan los 10^3 UFC/g a los 16 y 30 días en las secciones C3 y C4 respectivamente, determinando este tiempo la vida útil de cada uno.

Tabla 5. Recuento de Hongos y Levaduras (UFC/g muestra).

Sección	Días de almacenamiento			
	0	30	60	90
C3	$8,2 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$
C4	$5,3 \times 10^2$	$8,7 \times 10^2$	$2,4 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$

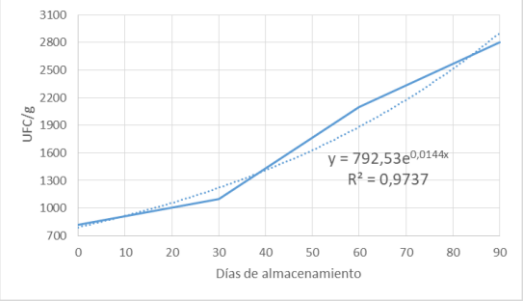


Figura 7. Curva de crecimiento de hongos y levaduras y línea de tendencia en la Sección C3.

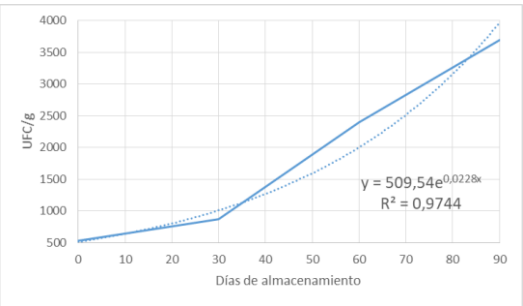


Figura 8. Curva de crecimiento de hongos y levaduras y línea de tendencia en la Sección C4.

En cuanto las propiedades sensoriales, el fin de la vida útil se establece cuando el producto en cuestión exhibe características indeseables como alteraciones del color, aroma, sabor y/o apariencia general por lo cual ya no resulta visualmente atractivo y seguro frente al consumidor (Casp & Abril, 2003). En base a la precepción sensorial, el final de la vida útil pudo establecerse alrededor de los 40 días de almacenamiento cuando se observó en los productos la aparición de limo superficial acompañado de colonias de color verde oscuro y el desarrollo de un aroma desagradable.
Comparando ambos resultados se puede concluir que el análisis sensorial en los productos elaborados no es un buen indicador de vida útil debido a que el aspecto general, color y aroma se conserva aun cuando los recuentos de hongos y levaduras superan lo permitido por el CAA. Los productos caducan mucho antes de que se pueda observar un deterioro visible en su apariencia el cual indicaría que los mismos ya no son aptos para el consumo.

3 CONCLUSIONES

Debido a que los productos elaborados con 2,0 y 2,5% de sal se deterioraron en la etapa de fermentación se concluye que el mínimo porcentaje de sal necesario para la elaboración de este producto es 3,0%.
La reducción de sal de 3,5 a 3,0% no tiene efectos significativos sobre la composición proximal ni en las características fisicoquímicas de los productos.
La reducción de sal de 3,5 a 3,0% disminuye casi en un 50% la vida útil de los productos, pasando de 30 a 16 días de vida útil.
La evaluación sensorial no es un buen indicador de vida útil debido a que sensorialmente se percibe el deterioro de los productos mucho después de que los recuentos microbianos exceden lo permitido por el CAA.

4 REFERENCIAS

Alcoba, D., Echenique, M., Chavez, M., Vittar, M., Quiroga Mendiola, M., Romero, S., Longoni, A., Fava, R., Cabral, J., Zaburlin, A., Echenique, J., Demattei, B., Jurado, M., Agustinho, A., Mioni, W. and W. Setti, *Producción y comercialización de la carne de la agricultura familiar en la puna jujeña: análisis de sistemas ganaderos, tramas comerciales y marcos normativos para el diseño de estrategias de desarrollo, Mesa agropecuaria para el desarrollo con la justicia social de los territorios de la Provincia de Jujuy.* Editorial INTA. 2015.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Andújar, G., *El curado de la carne y la elaboración tradicional de piezas curadas ahumadas*, Editorial Universitaria, Cuba, 2009.

Bligh. E. G. and W. J. Dyer, A rapid method of total lipid extraction and purification, *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911 – 917, 1959.

Casp, A. and J. Abril, *Procesos de conservación de alimentos*, Ediciones Mundi-Prensa, España, 2003.

Frey, W. *Fabricación fiable de embutidos*, Editorial Acribia, Zaragoza, España, 1983.

ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods de la International Association of Microbiological Societies. *Ecología Microbiana de los Alimentos*. Ed. Acribia, Zaragoza, España.1985

INDEC. Censo Nacional agropecuario 2008. Resultados Generales - Características básicas. Provincia de Jujuy. Secretaría de Planificación. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos.

ISO 15213: 2003. *Microbiology of food and animal feeding stuffs–Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions,* 2003.

Lamas, H. *Desarrollo del encadenamiento productivo de la Llama en la Provincia de Jujuy, República Argentina.* (CEPAL). 2007.

Ley Federal de Carnes N°22.375. https://www.assal.gov.ar/assa/documentacion/ley_federal_carnes.pdf. Fecha de consulta: Marzo de 2017.

Official Methods of Analysis of AOAC International, Arlington, USA, 1995.

Organización Mundial de la Salud. http://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction. Fecha de consulta: Diciembre de 2017.

Parra Huertas, R. A, Review: Bacterias Ácido Lácticas: papel funcional en los alimentos. *Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 8, 93 – 105, 2010.

Price, J. F. and B. S. Schweigert, *Ciencia de la Carne y los Productos Cárnicos*, Editorial Acribia. Zaragoza, España, 1994.

Quispe, E., Rodrígez, T., Iñiguez, L. and J. Mueller, Producción de fibra de alpaca, llama, vicuña y guanaco en Sudamérica, *Animal Genetic Resources Information*, 45, 1-14, 2009.

Restrepo Molina, D., Arango Mejía, C. M., Amézquita Campusano, A. and R. A. Restrepo Digiammarco, Industria de Carnes, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 2001.

SENASA. Decreto Nacional 4238/68. http://www.senasa.gob.ar/sites/default/files/ARBOL_SENASA/INFORMACION/NORMATIVA/4238/decreto_4238-68.pdf. Fecha de consulta: Marzo de 2017.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Residuos de algarrobo y cáscara de maní en tableros de partículas

Jiménez, Paula V.[1]; Ruiz, Agustín P.[1]; Pan, Estela[1]; Umlandt, Maximiliano[1]; Brandán, Luis R.[1], Medina, Juan C.[1]

(1) Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
paulavanesajimenez@gmail.com;

RESUMEN: El presente trabajo tiene por objetivo determinar la factibilidad técnica de incorporación de cáscara de maní y residuos de carpintería para la confección de tableros de partículas de una capa para uso interior. Se emplearon para ello virutas de algarrobo resultantes del cepillado de madera de algarrobo y cáscaras de maní procedentes de la industria manisera de la provincia de Córdoba, sin modificaciones. Se fabricaron tableros de 0,75 g/cm^2 de densidad teórica, con las siguientes composiciones: 100% algarrobo, 75% algarrobo – 25% cáscara de maní y 50% algarrobo – 50% cáscara de maní. Como material aglutinante se utilizó resina de urea-formaldehído. Se determinaron propiedades físicas (peso específico e hinchamiento en agua a 2 y 24 horas) y mecánicas (flexión estática), de los paneles producidos siguiendo lo prescripto en las normas IRAM 9723. Los tableros resultaron con valores en sus propiedades finales, por fuera de las exigencias de la norma utilizada como control, esto se debió principalmente a las características de las partículas residuales utilizadas, por lo que se recomienda modificar las formas y dimensiones de las mismas en molino, agregar un agente hidrófobo, o aumentar la cantidad de adhesivo.

ABSTRACT: The objective of this work is to determine the technical feasibility of including peanut shells and carpentry wastes for the manufacture of one layer particle board for indoor use. Carob shavings resulting from the brushing of carob wood and peanut shells from the peanut industry of Córdoba without modification were used. Particle boards of 0.75 g / cm^2 of theoretical density were produced, with the following compositions: 100% carob, 75% carob - 25% peanut and 50% carob - 50% peanut. Urea-formaldehyde resin was used as a binder material. Physical properties (density of the board and thickness swelling) and mechanical properties (modulus of elasticity) were determined according to IRAM 9723. The particle boards resulted with values in their final properties, outside of the requirements of the standard used as control, this was mainly due to the characteristics of the residual particles used, so it is recommended to modify the shapes and dimensions of the particles in a mill, add a hydrophobic agent, or increase the amount of adhesive.

Palabras claves: aglomerado, residuo agroindustrial, carpintería, desechos.

Keywords: particle board, agroindustrial residue, carpentry, waste.

1 INTRODUCCIÓN

Hacia el año 2030 se espera una creciente sustitución de madera aserrada por tableros, tanto de fibras como de partículas. Según estimaciones realizadas por la FAO el volumen de tableros alcanzará al volumen de madera aserrada en 2030. Dentro del área de tableros, otra tendencia que se espera es el reemplazo de los tableros laminados o contrachapados (madera terciada) por tableros de fibras o partículas (Federico, 2016). La demanda a nivel mundial de aglomerados está creciendo y en consecuencia los insumos necesarios para su producción. La madera en forma de partículas es el principal insumo representando el 90 % en peso del producto (Medina, 2012). Para satisfacer esta demanda, sin aumentar excesivamente la presión sobre la madera, se están utilizando otros recursos lignocelulósicos, entre los que se encuentran los residuos de otros procesos productivos (residuos de terceros). Como lo indica Chipanski (2006), la búsqueda de materia prima alternativa a la madera representa un desafío debido a que ésta no debe comprometer la calidad final del panel elaborado. Además, los materiales lignocelulósicos provenientes de residuos agroindustriales se han utilizado con éxito en la confección de paneles como, por ejemplo, el bagazo de la caña de azúcar. Actualmente Argentina se encuentra como uno de los principales proveedores de maní en el mercado mundial, y con potencialidades para convertirse en uno de los mayores generadores de partículas y fibras naturales residuales. El objetivo del presente trabajo es aportar nuevos conocimientos que contribuyan al uso de residuos de carpintería, específicamente residuos de cepilladora, y cáscara de maní en la manufactura de tableros convencionales de uso interior.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Una troza de madera de algarrobo (*Prosopis alba* G.) obtenida en el mercado local (Santiago del Estero), fue aserrada y reaserrada hasta conseguir tablas, que posteriormente fueron cepilladas hasta obtener virutas, este trabajo se realizó en la carpintería del Instituto de Tecnología de la Madera (I.T.M.), Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.
La cáscara de maní (*Arachis hypogaea* L.) fue recolectada en la Manicera Maglione Hnos & CÍA. S. A., ubicada en la localidad de Las Junturas, Córdoba, Argentina.
En el Laboratorio de Paneles a Base de Madera del I.T.M., se procedió al secado de las partículas hasta una humedad final por debajo del 10%. Posteriormente, se realizó la clasificación de las mismas con el uso de una zaranda oscilatoria de 4 tamices con aberturas de 10 mm, 3 x 9 mm, 2 mm y 0.3 mm. El encolado se realizó empleando una encoladora de tambor rotativo, se usó como adhesivo resina de urea formaldehído en una proporción del 10% en relación del peso seco de las partículas y cloruro de amonio (1% NH4Cl) como endurecedor, para un panel con una densidad de 0,75 g/cm^3. El pre-prensado se realizó en frío, a una presión específica de 6,1 kg/cm^2. El prensado se efectuó en una prensa hidráulica de platos calientes a una temperatura de 120 ºC y a una presión específica de 30,7 kg/cm^2, por un tiempo total de 16 minutos. El diseño experimental empleado se muestra en la Tabla 1. Por cada tratamiento de realizaron cuatro repeticiones, fabricándose en total doce tableros.

Tabla 1. Diseño experimental empleado en el estudio.

Tratamiento		1	2	3
Proporción de partículas (%)	CM	0	25	50
	A	100	75	50

CM: cáscara de maní; A: algarrobo

Se determinaron propiedades físicas (peso específico e hinchamiento en agua fría a 2 y 24 horas) y mecánicas (flexión estática), de los paneles producidos según lo prescripto por la norma IRAM 9723 (2012). Para el análisis estadístico se empleó un modelo lineal general mixto, se efectuó el análisis de la varianza y comparación de medias a través del Test de Fisher. Los datos fueron analizados con el software Infostat versión 2018 (Di Renzo et al., 2018).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas

Los valores de peso específico (Pe) se presentan en Tabla 2 y los valores de hinchamiento en agua fría a 2 y 24 horas se muestran en Tabla 3 y 4, respectivamente.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2. Valores medios, análisis de la varianza y Test de Fisher para ensayo de peso específico.

Tratamientos	Pe		
	Media (g/cm^3)	A.V.	Test de Fisher
1	0,69	*	A
2	0,91		B
3	0,86		C

A.V.: análisis de la variancia donde * es significativo con un 95% de certeza y ns es no significativo.

Test de Fisher: medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Tabla 3. Valores medios, análisis de la varianza y Test de Fisher para ensayo de hinchamiento en agua a 2 horas.

Tratamientos	Hinchamiento a 2 horas		
	Media (%)	A.V.	Test de Fisher
1	12,42	*	A
2	8,94		B
3	16,94		C
IRAM 9723	8		

A.V.: análisis de la variancia donde * es significativo con un 95% de certeza y ns es no significativo.

Test de Fisher: medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Tabla 4. Valores medios, análisis de la varianza y Test de Fisher para ensayo de hinchamiento en agua a 24 horas.

Tratamientos	Hinchamiento a 24 horas		
	Media (%)	A.V.	Test de Fisher
1	14,61	*	A
2	11,12		B
3	20,68		C
IRAM 9723	15		

A.V.: análisis de la variancia donde * es significativo con un 95% de certeza y ns es no significativo.

Test de Fisher: medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Los tableros obtenidos poseen un peso específico superior al programado (0,75 g/cm^3), clasificándose como tableros de alta densidad de acuerdo a Ginzel y Peraza (1966), a excepción de aquél fabricado únicamente con virutas de algarrobo que se encuentra con un peso específico cercano a 0,75 g/cm^3. Esta diferencia se debió principalmente a que para la fabricación de los tableros se utilizaron materias primas de diferentes densidades (cáscara de maní 490 kg/m^3 vs algarrobo 760 kg/m^3), y también se debió a la presencia de restos de material durante el proceso de encolado y formación, al igual que lo ocurrido con Nápoli et al. (2013).

Por otra parte, los tableros no cumplen con las exigencias de la norma IRAM 9723 para hinchamiento a 2 horas. Mientras que, sí cumplen con la normativa para el hinchamiento a las 24 horas, con excepción del panel elaborado con 50% de cáscara de maní y 50% de viruta de madera. Esto aconteció debido a la forma de las partículas residuales utilizadas, especialmente la de la cáscara de maní, que ocasionó un encolado pobre y que facilitó el hinchamiento de los paneles. Al aumentar el porcentaje de cáscara, el encolado se fue perjudicando y por lo tanto el hinchamiento aumentando, situación que también fue registrada por Biswas et al. (2011). Además, no se agregó al adhesivo ningún tipo de agente hidrófugo que mejorara esta propiedad. Otro factor que intervino fue la diferencia de densidad existente entre las materia primas utilizadas en las mezclas; con respecto a esto, Moslemi (1974) señala que los aglomerados de partículas de madera menos densa presentan valores de hinchazón mayores que los correspondientes a aquellos de maderas más densas. Resultados que concuerdan con lo expuesto por Medina y Ambrogi (1994), Güler et al. (2008), Güler y Büyüksari (2011) y Gatani et al. (2013), al trabajar con partículas de madera y cáscara de maní.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Propiedades mecánicas

Los valores de flexión estática, se presentan en la Tabla 5. De acuerdo a ésta, ningún tablero cumplió con el mínimo valor de Módulo de Rotura (MOR) exigido por la norma IRAM 9723.

Tabla 5. Valores medios, análisis de la varianza y Test de Fisher para ensayo de flexión estática, módulo de resistencia a la rotura (MOR).

Tratamientos	MOR		
	Media (%)	A.V.	Test de Fisher
1	3,31	*	A
2	3,89		B
3	2,95		C
IRAM 9723	15		

A.V.: análisis de la variancia donde * es significativo con un 95% de certeza y ns es no significativo.

Test de Fisher: medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05).

Los bajos valores de MOR eran de esperarse por las características de las partículas usadas. Los valores de resistencia mecánica son controlados principalmente por las capas externas de los tableros, aunque este comportamiento es afectado fuertemente por la capa interna cuando el encolado es inadecuado (Chen et al., 1992). La forma irregular de ambas materias primas contribuyó negativamente sobre esta propiedad, en particular la de la cáscara de maní. La irregularidad, especialmente de las partículas más pequeñas, puede ocasionar que no se entrecrucen o traben al momento del prensado provocando una menor resistencia (Contreras et al., 2008; Biswas et al., 2011), lo que coincide con la bibliografía analizada (Granero et al., 2013; Barbirato et al., 2014; Medina y Ambrogi, 1994).

4 CONCLUSIONES

Los tableros de los tratamientos 1 y 2 resultaron con propiedades físicas aceptables. Los valores de hinchamiento se pueden mejorar con el agregado de un agente hidrófobo.

Ningún tablero alcanzó el mínimo de Módulo de Resistencia a la Rotura exigido por la Norma IRAM 9723, lo que se atribuye a la inadecuada forma y dimensiones de las partículas. Propiedad que puede mejorarse perfeccionando las formas de las mismas o aumentando la cantidad de adhesivo. Se puede incorporar a la mezcla hasta un 25% de cáscara de maní sin disminuir las propiedades finales del tablero.

5 REFERENCIAS

Barbirato, G., J. Fiorelli, N. G. Barrero, E. M. Pallone, F. A. Rocco Lahr, A. L. Cristoforo and H. Savastano Jr., Crowded hybrid panel manufactured with peanut hulls reinforced with itaúba wood particles, *Ciência Florestal*, 24, 3, 685-697, 2014.

Biswas, D., S. K. Bose and M. M. Hossain, Physical and mechanical properties of urea formaldehyde-bonded particleboard made from bamboo waste. *Journal of Adhesion & Adhesives*, 3, 84–87, 2011.

Chen, Y., B. A. Popowitz, R. O. Gertjejansen and D. C. Ritter, Paper birch as a core material for aspen oriented strandboard and waferboard. *Forest Products Journal*, 42, 1, 21-24, 1992.

Chipanski, E. R., Proposição para melhoria do desempenho ambiental da indústria de aglomerado no Brasil. Tese (Mestre em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

Contreras, W., M. E. de Contreras, Y. Contreras y D. Garay, Determinación de las propiedades de resistencia de los tableros aglomerados de partículas, fabricados con vástago de plátano y adhesivo fenol formaldehído (R10/R13%). *Tecnología y Construcción*, 24, 3, 15-25, 2008.

Di Rienzo, J.A., R. Macchiavelli y F. Casanoves, Modelos Lineales Mixtos en InfoStat. Grupo InfoStat, FCA - UNC, Argentina, 2018.

Federico, J., Análisis tecnológicos y prospectivos sectoriales. Secretaría de planeamiento y políticas, Buenos aires: Ministerio de ciencia, tecnología e innovación productiva, 2016.

Gatani, M. P., J. Fiorelli, J. C. Medina, R. Arguello, A. Ruiz, M. F. Nascimento y J. Savastano Jr., Viabilidade técnica de produção e propriedades de painéis de partículas de casca de amendoim, *Revista Matéria*, 18, 2, 1286-1293, 2013.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Ginzel, W.; Peraza, C., *Tecnología de los tableros de partículas*. Editorial Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias, España, 1966.

Granero, V., M. Gatani, J. C. Medina, A. Ruiz, J. Fiorelli, J. Kreiker y M. J. Lerda, Determinación de la influencia del tamaño y forma de partículas de cáscara de maní en paneles aglomerados, *Revista Quebracho*, 21, 1, 2, 67-80, 2013.

Güler, C., Y. Copur and C. Tascioglu, The manufacture of particleboards using mixture of peanut hull (Arachis hypoqaea L.) and European Black pine (Pinus nigra Arnold) wood chips. *Bioresource Technology*, 99, 2893–2897, 2008.

Güler, C. and Ü. Büyüksari, Effect of production parameters on the physical and mechanical properties of particleboards made from Peanut (Arachis hypogagea L.) hull, *BioResourses*, 6, 4, 5027-5036, 2011.

IRAM 9723, Tableros de partículas. Requisitos, Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina, 2012.

Medina, J. C. y A. Ambrogi, Cáscara de maní en la elaboración de paneles aglomerados, *Revista Quebracho*, 2, 47-53, 1994.

Medina, J. C., Calidad de los aglomerados. Curso de Postgrado, Programa de Doctorado en Ciencias Forestales, Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Santiago del Estero, Santiago del Estero, Argentina, 2012.

Moslemi, A. A., *Particleboard, vol. 1 : Materials*, Southern Illinois University Press, Carbondale, 1974.

Nápoli, L. M., F. L. Sanches, S. Iwakiri y E. Hillig, Propriedades físicas da madeira e de painéis aglomerados produzidos com misturas de espécies florestais, *Revista Floresta*, 43, 3, 475 - 484, 2013.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Evaluación del Crecimiento de *Bulnesia sarmientoi* en 2 sitios de la Región Chaqueña Argentina

Chifarelli, Vanina[1]; Senilliani, M.G.[1,5] ; Bonel, Natalia[2] ; Bartel, Erwin M.[3]; Calatayú, Federico[1,3]; Moglia, J. Graciela[1,3] .

1) Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero., 4200 Santiago del Estero, Argentina. vaninachifarelli@yahoo.com.ar;
2) Servicio Meteorológico Nacional. Departamento de Agrometeorología.
3) Laboratorio de Dendrología y Xilología, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero., 4200 Santiago del Estero, Argentina
4) Instituto de Estudios Ambientales y Desarrollo Rural de la Llanura Chaqueña. Universidad Nacional de Santiago del Estero.
5) Catedra de Silvicultura. Instituto de Silvicultura y Manejo del Bosque, Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Santiago del Estero. 4200 Santiago del Estero, Argentina. senilliani@gmail.com;

RESUMEN: *Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Griseb* (Zigophyllaceae) es una de las leñosas arbóreas argentinas emblemáticas del Chaco Occidental por las buenas características de su madera. Con área de distribución restringida a la región norte del país, aún hoy es escasa la información sobre el por qué su área de distribución es acotada. Está incluida en el apéndice CITES II debido a su tala excesiva de los últimos tiempos. El trabajo pretende determinar el crecimiento en función de la edad, la evolución del incremento radial (IR) y estimar el incremento medio (IMA) y anual (IA), con la finalidad luego de establecer la relación entre los espesores de anillos por sitio. Se caracterizó cada sitio según sus elementos climáticos y su topografía. El estudio se realizó en dos sitios de Formosa: Las Lomitas e Ingeniero Juárez. Para el análisis se apearon 14 individuos, de posición sociológica dominantes, buen estado sanitario. La marcación y medición de anillos se efectuó con el programa Image-Pro-Plus. Los datos se analizaron con el software estadístico INFOSTAT. El espesor promedio de anillos es de 3.06 mm. Esta investigación busca determinar si hay diferencia de crecimiento entre sitios. Los datos obtenidos contribuirán a una mayor comprensión sobre el comportamiento de la especie.

ABSTRACT: *Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Grise* (Zigophyllaceae) is one of the woody argentine arboreal trees emblematic of the Western Chaco due to the good characteristics of its wood. With restricted distribution area to the northern region of the country, even today there is little information about why its distribution area is bounded. It is included in the CITES II appendix due to its excessive logging in recent times. The work aims to determine the growth based on age, the evolution of the radial increase (IR) and estimate the average annual increment (IMA) and annual increment (IA), with the purpose after establishing the relationship between the thickness of rings per site. Each site was characterized according to its climatic elements and its topography. The study was carried out in two Formosa sites: Las Lomitas and Ingeniero Juárez. For the analysis, 14 individuals were dismounted, of dominant sociological position, good sanitary status. Ring marking and measurement was carried out with the Image-Pro-Plus program. The data was analyzed with the statistical software INFOSTAT. The average thickness of rings is of 3.06 mm. This research seeks to determine if there is a difference in growth between sites. The data obtained will contribute to a greater understanding of the behavior of the species.

Palabras clave: Anillos de Crecimiento, Palo Santo, Crecimiento Radial.

Keywords: Growth Rings, Palo Santo, Radial Growth.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCION

El palo santo (*Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Griseb*. – Zigophyllaceae -) se distribuye geográficamente en el norte de Argentina y es una de las leñosas arbóreas emblemáticas del Chaco Occidental por las bondades de su madera. También se lo encuentra en los países limítrofes; sudeste de Bolivia, sudoeste de Brasil y en la región occidental de Paraguay.

Bulnesia sarmientoi, está incluida en el apéndice CITES II (Convención Internacional de Tráfico de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Apéndice II) debido a su tala excesiva de las últimas décadas. Crece aislado o formando rodales pequeños en sitios bien drenados, donde desempeña el papel de árbol emergente en el estrato arbustivo espinoso (Giménez, Moglia. 2003), frecuentemente se encuentra acompañada por *Aspidosperma quebracho blanco, (*quebracho blanco), *Schinopsis balansae* (quebracho colorado chaqueño), *Ziziphus mistol* (mistol), *Prosopis rutscifolia* (vinal), *Prosopis alba* (algarrobo blanco), *Prosopis nigra* (algarrobo negro) y *Tabebuia nodosa* (palo cruz) en donde el palo santo ocupa el estrato dominante formando rodales casi puros denominados "*palosantales*". El objetivo de este trabajo es determinar el crecimiento en función de la edad, la evolución del incremento radial (IR) y estimar el incremento medio (IMA) y anual (IA), con la finalidad de establecer la relación entre los espesores de anillos por sitio.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en dos localidades de la provincia de Formosa, Ingeniero Guillermo N. Juárez Ubicado a una latitud: -23,900°, longitud: -61,850°, y elevación 184 msnm. Presenta un clima de estepa local, considerado BSh según la clasificación climática de Köppen-Geiger. La temperatura promedio es de 23.1 °C, generalmente varía de 12 °C a 37 °C. Con extremos de menos de 5 °C la baja y más de 42 °C la alta. La precipitación media aproximada es de 667 mm.

La segunda localidad de estudio, Las Lomitas ubicado a una latitud: -24,710°, longitud: -60,593°, y elevación: 134 msmn. El clima es cálido y templado. La precipitación media anual es mayor a la de la localidad Ing. Juarez, con 893 mm. El clima aquí se clasifica como Cfa por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio es de 22.5 ° C, generalmente varía de 11 °C a 37 °C y rara vez baja a menos de 4 °C o sube a más de 41 °C.

Se seleccionaron catorce árboles tomando como criterio de selección, que sean individuos sanos, dominantes, copas simétricas y sin defectos en el fuste. Luego se los apearon a 0,30m de altura. Las muestras obtenidas fueron cepilladas y lijadas hasta obtener una superficie lisa, así poder identificar de una manera fehaciente los anillos dado que en la especie de estudio debido a su distribución anatómica de los vasos, su visualización si no se cuenta con un entrenamiento adecuado es difícil de ser identificados. De cada muestra se demarca cuatro radios para evitar los anillos falsos y minimizar el error, y con eso se obtiene el promedio con el cual se trabaja, el conteo se realiza desde la médula en dirección a la corteza. De cada radio se midió el espesor de los anillos usados para hacer el estudio del crecimiento. Las muestras corresponden a los dos sitios mencionados, siendo la localidad de Ingeniero Juárez indicados por Morello y Adamoli (1968) como sitio óptimo de crecimiento, y Las Lomitas como el sitio donde la especie se distribuye de forma continua.

Se realizó con software INFOSTAT, un análisis de regresión lineal en el módulo de modelos lineales generales y mixtos, determinado un modelo de regresión lineal mixto donde se modela la correlación debido a que las mediciones responden a medidas repetidas en el tiempo.

3 RESULTADOS Y DISCUSION

El crecimiento en diámetro

El grafico 1 describe la dinámica del crecimiento en diámetro para la especie en función de la edad.

Se observa que el diámetro es mayor para el sitio Las Lomitas, con respecto a Ingeniero Juárez, esta diferencia es significativa con un p-valor < 0,0001, reportando un diámetro promedio de 45,5 cm el primero y 34,3cm para el segundo. Estos valores fueron obtenidos considerando un rango de edades de 70 a 95 años, considerando que disposiciones legales establecen un diámetro mínimo de corta de 35 cm que correspondería a un individuo de 80 (+/- 5 años) (Giménez *et. al.* 2014).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

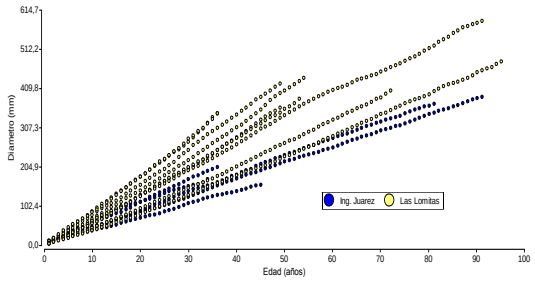


Grafico 1. Diámetro en función de la edad por sitio.

Incremento anual

El grafico 2, describe el IA en función de la edad, se observa un comportamiento diferente significativamente con un p-valor < 0.0001 según el sitio de crecimiento, registrándose en el sitio Juárez, un incremento radial constante en el tiempo con un valor promedio de 4,2 mm a diferencia del sitio Las Lomitas, que presenta mayor variación, con un valor promedio de 6, 0 mm, para el rango de edad considerado entre 70 a 95 años.

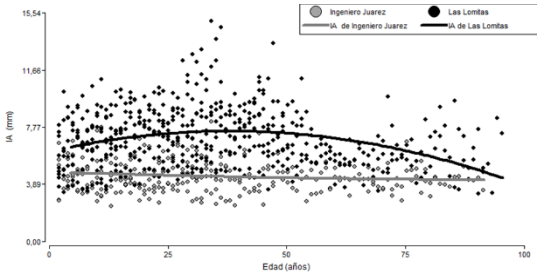


Grafico 2. Incremento anual en función de la edad por sitio.

Tabla 1: Análisis de la varianza para el incremento anual.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	66,33	1	66,33	38,36	<0,0001
Lugar	66,33	1	66,33	38,36	<0,0001
Error	143,53	83	1,73		
Total	209,86	84			

Se ajusto un el modelo de regresión (tabla 2) para el IA de cada uno de los sitios. Se determinó como variable respuesta el IA (Incremento Anual) y como variable dependiente la edad, incorporando el término cuadrático de esta última para ambos sitios.

Tabla 2: Prueba de hipótesis marginales. Localidad Ingeniero Juárez

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	255,79	<0,0001
Edad	1	0,18	0,6757
Edad2	1	3,6E-03	0,9519

En la Prueba de Hipótesis Marginales para el modelo de regresión, realizado para la localidad de Ingeniero Juárez, reporta que no es significativa la correlación del crecimiento en función de la edad, como así también, su término cuadrático.

Tabla 3: prueba de hipótesis marginales. Localidad Las Lomitas

	numDF	F-value	p-value
(Intercept)	1	133,86	<0,0001
Edad	1	8,10	0,0046
Edad2	1	9,69	0,0020

Sin embargo la Prueba de Hipótesis Marginales para el modelo de regresión, realizado para la localidad de Las Lomitas (tabla 3), reporto que si existe una correlación significativa del crecimiento en función de la edad, justificando la inclusión termino cuadrático en el modelo.

4 CONCLUSIÓN

Bulnesia sarmientoi presenta un espesor promedio de anillos de 3,06 en base a los datos obtenidos.

El diámetro promedio obtenido para el rango de edad en donde la ley permite la corta (80+/- 5 años) fue de 41,1 cm.

Los Individuos del sitio Ing. Juárez, presentaron un comportamiento constante en el IA a través del tiempo, a diferencia de Las Lomitas que presento mayor variación. Se podría inferir que el crecimiento de los árboles en Ing. Juárez, es independiente de la edad. Esto puede responder a que dicho sitio presenta diferencias en cuanto a la precipitación anual acumulada, como así también puede estar influenciado por el relieve y/o las condiciones edáficas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

En tanto el incremento anual (IA) diametral promedio para el rango de edad de 70 a 95 años, es de 6,0 mm en Las lomitas y de 4,2 mm en Ing. Juárez

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Morello, J. y J. Adamoli. 1968. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco Argentino. Primera Parte. INTA, Serie Fitogeográfica, 10: 1-125

Giménez, A; Hernández, P.; Spagarino, C.; Moglia, J.G.; Ríos, N.A. 2014. Calidad de Madera y Potencialidad de Crecimiento de Palo Santo (Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Griseb. Yvyrareta, Revista de Difusión Científica y Tecnológica de la Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones ISSN: 0328-8854., N: 15. 13 pag.55-60.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

El proceso de intercalación de Litio en Grafito mediante simulaciones de Monte Carlo

Gavilán Arriazu, E. M.[1,2]; Pinto, O.A. [1]; López de Mishima, B. [1]; Oviedo, O.A.[2] y Leiva, E.P.M.[2]

(1) INBIONATEC del NOA-CONICET, Universidad Nacional de Santiago de Estero, Villa El Zanjón, Santiago del Estero, Argentina.
(2) INFIQC-CONICET, Departamento de Química Teórica y Computacional, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
maxigavilan@hotmail.com; oapinto2010@gmail.com; o.a.oviedo@unc.edu.ar; eze_leiva@yahoo.com.ar;

RESUMEN: En este estudio, mostramos nuestros avances computacionales más recientes en la caracterización de las etapas que ocurren durante la inserción de iones litio en grafito. Abordamos esta caracterización teórica utilizando un potencial que consta de tres términos: uno para la energía entre litios del mismo plano, otro para los litios en planos diferentes y la energía del intercalante con la red de grafito. En las simulaciones de Monte Carlo se utilizan el ensamble Gran Canónico y el modelo de gas-red para obtener información termodinámica como: isotermas de adsorción, entropía diferencial y energía.

ABSTRACT: In this study, we show our most recent computational advances in the characterization of the stages occurring during the Li-ion insertion into graphite. We address this theoretical characterization by using a potential that consists in three terms: one for the energy between lithiums in the same plane, other for lithiums in different planes and the energy between graphite and Lithium ions. A Grand Canonical Monte Carlo scheme and lattice-gas model are used to get thermodynamic information such as: adsorption isotherms, differential entropy and energy.

Palabras claves: baterías de ion litio, grafito, intercalación, ion litio.

Keywords: ion-lithium batteries, graphite, intercalation, lithium ion.

1 INTRODUCCION

Las baterías de litio recargables se han vuelto de importancia primordial debido a sus aplicaciones tecnológicas en dispositivos electrónicos portátiles y aparecen como la alternativa más prometedora para vehículos eléctricos. Actualmente, el mercado de baterías recargables se basa principalmente en baterías de iones de litio, cuya producción está aumentando continuamente. Sin embargo, para ampliar su aplicabilidad en otros campos como vehículos eléctricos, su densidad de energía y potencia debe ser mejorada. En este sentido, entender los procesos por los cuales la intercalación de iones de litio tiene lugar en el grafito, el material preferido para el ánodo en las baterías de iones de litio es un tema fundamental para mejorar las capacidades de este tipo de baterías. Una isoterma de inserción de iones litio en grafito, muestra diferentes etapas, llamadas "stages" (VIII->IV, IV->III, III->II y II->I) [1]. Sin embargo, hay evidencia experimental que indica la existencia de etapas intermedias entre los stages I y II [2,3].

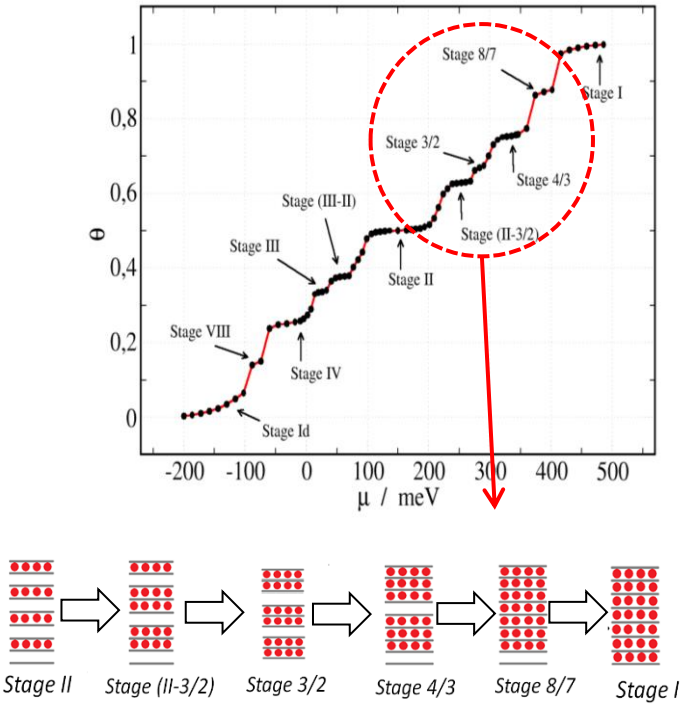


Figura 9. Proceso de intercalación de Litio en grafito. En círculo rojo se encierran a los stages fraccionales, mostrados en detalle más abajo.

2 MODELO

El ánodo de grafito se diseña a través de un modelo de lattice-gas. En este caso, cada red individual (plano) es un lattice-gas de red triangular con 144 sitios de inserción de Litio, con un total de 24 planos paralelos (Fig. 1). Las energías entre las partículas de Litio y del Litio con el grafito están regidas por el Hamiltoniano. El Hamiltoniano del sistema es el siguiente (1):

$$H = \sum_i^N \sum_{j\neq i}^{N_{ip}} \frac{c_i c_j \epsilon}{2}\left[\left(\frac{r_m}{r_{ij}}\right)^{12} - 2\left(\frac{r_m}{r_{ij}}\right)^{6}\right] + \sum_i^N \sum_j^{N_{op}} \frac{c_i c_j \kappa(r_b)^{\alpha}}{2} \frac{(1-e^{-(\beta r_{ij})})}{r_{ij}^{\infty}} + \sum_i^N c_i \gamma \quad (1)$$

Donde N, N_{ip} y N_{op} son el número total de sitios de adsorción, el número de vecinos que tiene un Litio en el mismo plano y el número de vecinos que tiene un Litio con aquellos de diferentes planos, respectivamente. c_i representa el estado de ocupación del sitio (0 = vacío, 1 = ocupado). ϵ es la profundidad del pozo potencial, r_m es la distancia a la que el potencial "en el plano" alcanza su valor mínimo, r_{ij} es la distancia entre los iones de litio, κ y r_b son parámetros ajustables, α controla la caída de Interacciones repulsivas "fuera del plano" con la distancia y γ es la constante de energía de la termino ocupacional.

3 RESULTADOS

La ventana de potencial químico utilizado en las simulaciones de Monte Carlo es $\Delta\mu = 700\ meV$, partiendo de -200 *meV*. Esta ventana nos permite observar la evolución de la ocupación de Litio en el grafito desde el valor mínimo "cero" (red vacía), hasta el máximo "uno" (máxima ocupación de los sitios del ánodo). La ocupación se define como la ecuación (2):

$$\theta = 3(N/M) \quad (2)$$

Siendo N el numero de iones litios y M el numero de sitios totales de inserción.
En la tabla 1 se muestra el valor utilizado para los

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

parámetros del Hamiltoniano.

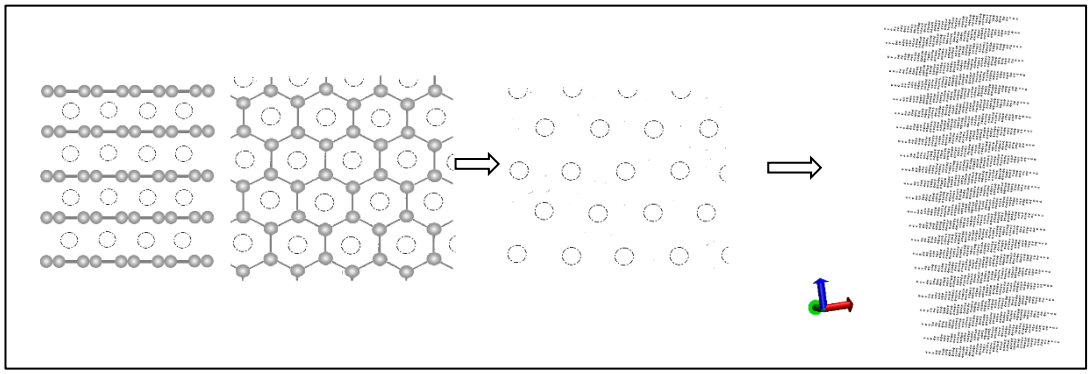


Figura 10. Modelo de lattice-gas utilizado en el diseño del ánodo de grafito.

Tabla1. Parámetros del Hamiltoniano.

ϵ	α	β	κ	r_m	r_b	γ	T
k_BT	2	1	$10k_BT$	4.26 Å	1,0 Å	$-1.176k_BT$	293 K

El resultado de θ vs μ se muestra en la Fig. 2. Allí se aprecia la formación de varios plateaus. Cada uno de esos plateaus corresponde a uno de los conocidos compuestos de intercalación de litio en grafito (LGIC), llamados comúnmente stages. A medida que el potencial químico avanza a valores más positivos, se forman primeramente los conocidos stages Id, seguido del stage VIII, stage IV, stage III, stage III-II y stage II. Pero luego, entre el stage II y el stage I (círculo rojo) se observa la formación de otras estructuras que no aparecen "comúnmente" en los experimentos. En literatura [4] se identifican con el nombre se stages fraccionales. Si bien son difíciles de observar, dichos compuestos han sido reportados como anomalías en medidas experimentales de rayos X y de entropía en los sistemas ion-Litio/grafito [2,3].

También se hicieron medidas de la entropía parcial molar, Fig. 3, donde se observan picos agudos de entropía. Cada pico se corresponde con un stage y se originan debido a la fuerte repulsión de los Litios en planos diferentes al pasar de un stage a otro. Por lo tanto, la entropía también evidencia la formación de numerosos stages durante el proceso de intercalación, lo que coincide con la Fig. 1.

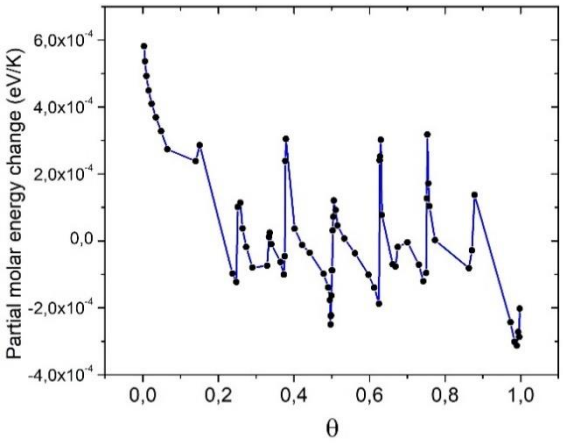


Figura 11. Entropía parcial molar del proceso de intercalación de ion-Litio en grafito

4 CONCLUSIONES

El modelo propuesto permite visualizar numerosos stages en el proceso de intercalación de litio en grafito. Se observó que entre los stages II y I aparecen estructuras intermedias que pueden explicar un posible mecanismo de intercalación que ya ha sido propuesto a partir de datos experimentales. Por lo tanto, dadas las limitaciones técnicas de un experimento típico, las

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

simulaciones podrían ayudar a comprender en mayor detalle este tipo de procesos.

5 REFERENCIAS

[1] T. Ohzuku, Y. Iwakoshi, K. Sawai, Formation of Lithium-Graphite Intercalation Compounds in Nonaqueous Electrolytes and Their Application as a Negative Electrode for a Lithium Ion (Shuttlecock) Cell, J. Electrochem. Soc. 140 (1993) 2490. doi:10.1149/1.2220849.

[2] R. Yazami, Y. Reynier, Thermodynamics and crystal structure anomalies in lithium-intercalated graphite, J. Power Sources. 153 (2006) 312–318. doi:10.1016/j.jpowsour.2005.05.087.

[3] A. Senyshyn, M.J. Mühlbauer, O. Dolotko, H. Ehrenberg, Low-temperature performance of Li-ion batteries: The behavior of lithiated graphite, J. Power Sources. 282 (2015) 235–240. doi:10.1016/j.jpowsour.2015.02.008.

[4] C.D. Fuerst, J.E. Fischer, J.D. Axe, J.B. Hastings, D.B. Mc Whan, Pressure-induced staging transitions in KC8: Observation of a fractional stage, Phys. Rev. Lett. 50 (1983) 357–360. doi:10.1103/PhysRevLett.50.357.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Degradación de poliestireno expandido por acción simultánea de luz ultravioleta y calor

Alonso, María S.[1], Madregal, Sergio O.[1], Escalier, Víctor I.[1], Romero, Daiana S.[1], Viturro, Carmen I.[1],.

(1) Laboratorio de Descontaminación, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy msalonso12@gmail.com;

RESUMEN: El trabajo tuvo por finalidad evaluar los efectos que pueden ocasionar la luz ultravioleta y el calor, aplicados de manera simultánea, sobre objetos de poliestireno que, una vez transformados en residuos pos-consumo, no son admitidos para reciclaje en Argentina. Por lo cual deberían ser sometidos a otro tratamiento, para reducir las cantidades importantes de estos desechos, como podría ser un tratamiento abiótico, seguido de uno biótico. El estudio se realizó con muestras de poliestireno expandido, provenientes de dos tipos de bandejas comercializadas en el NOA. Se utilizó para el tratamiento una cámara de intemperismo o envejecimiento acelerado, provista de calefacción (50ºC), tubos de luz ultravioleta (UV-A) y aireación intermitente, con una humedad típica promedio para S.S. de Jujuy, lugar de los estudios, de 50 %. El ensayo tuvo una duración de 500 horas. Una serie de muestras tratadas fue sometida a ensayo de tracción, y los resultados se compararon con los de controles sin tratar. Otra serie de muestras fueron pesadas después del tratamiento, y su peso comparado con el que tenían antes de comenzar el ensayo en la cámara. Para el tiempo de estos estudios, se registró un aumento de peso de las muestras, aunque el mismo no fue significativo (en promedio 0,18 % de incremento con respecto al valor inicial). Por el contrario, se encontraron cambios importantes en las propiedades mecánicas, especialmente para uno de los tipos de bandejas estudiadas, con una tensión y deformación porcentual a rotura que disminuyeron desde 1050 kPa y 37% hasta 470 kPa y 22%, respectivamente, como consecuencia del tratamiento UV más calor en la cámara. El nivel de degradación alcanzado en las condiciones de este estudio fue importante. El proceso ensayado podría ser aplicado como una etapa previa a la biodegradación de residuos pos-consumo de poliestireno expandido.

ABSTRACT: The purpose of the work was to evaluate the effects that ultraviolet light and heat can produce, applied simultaneously, on polystyrene objects that, once transformed into post-consumer waste, are not allowed for recycling in Argentina. Therefore they should be subjected to another treatment, to reduce the important quantities of these wastes, such as abiotic treatment, followed by a biotic. The study was carried out with samples of expanded polystyrene, coming from two types of trays commercialized in the NOA. A weathering or accelerated aging chamber was used for the treatment, provided with heating (50ºC), ultraviolet light tubes (UV-A) and intermittent aeration, with a typical average humidity for S.S. of Jujuy, place of the studies, of 50%. The trial lasted 500 hours. A series of treated samples was subjected to a tensile test, and the results were compared with those of untreated controls. Another series of samples were weighed after the treatment, and their weight compared to that they had before beginning the trial in the chamber. For the time of these studies, an increase in the weight of the samples was recorded, although it was not significant (on average 0.18% increase with respect to the initial value). On the contrary, important changes were found in the mechanical properties, especially for one of the types of trays studied, with a stress and percentage deformation at break that decreased from 1050 kPa and 37% up to 470 kPa and 22%, respectively, as a consequence of the UV treatment plus heat in the chamber. The level of degradation achieved under the conditions of this study was important. The tested process could be applied as a previous stage to the biodegradation of post-consumption waste of expanded polystyrene.

Palabras clave: poliestireno expandido, degradación abiótica, ultravioleta, calor

Keywords: expanded polystyrene, abiotic degradation, ultraviolet, heat.

1 INTRODUCCIÓN

Debido a la naturaleza de sus aplicaciones, el poliestireno es un material que forma parte de los residuos sólidos urbanos comúnmente encontrados en lugares de disposición final (Alonso, 2000) y forma parte de las más de 1100 toneladas que, como desechos plásticos pos-consumo no admitidos para reciclaje en Argentina, se producen anualmente en San Salvador de Jujuy (Alonso, 2005; Alonso, 2006). Esta situación impulsa la necesidad de estudiar diferentes formas de tratar y minimizar los volúmenes que estos plásticos ocupan en los rellenos sanitarios, y de esta forma, aumentar la vida útil de estos centros de disposición final que son clausurados al momento en que se alcanza su máxima capacidad (Plastivida Argentina, 2007).

La presencia de un sólido mercado para la producción de poliestireno en los últimos años, lo coloca entre los plásticos más utilizados en la actualidad; entre sus diferentes versiones, el poliestireno expandido, por las propiedades y características técnicas que posee, es un material presente en una amplia gama de productos.

Sus características más importantes, entre las que se encuentran su baja densidad, gran resistencia y elevada capacidad como aislante térmico a consecuencia de sus múltiples celdillas que actúan como cámaras de aire independientes-, lo convierten en un material óptimo para empaques, entre otros muchos usos (Fernández Massi et al., 2014; Plastivida, 1997; Plastivida-CAIP, 2011; Seymour et al., 2002).

Para casos como el de Argentina, similares a muchos otros en el mundo, en que muchos residuos de material plástico, tales como el de poliestireno expandido, no son admitidos para reciclaje, sino por el contrario dispuestos directamente en rellenos sanitarios, se ha planteado en las dos últimas décadas la urgente necesidad de estudiar la biodegradación de plásticos, entre ellos el poliestireno (Alonso et al., 2009; Alonso et al., 2012; Alonso et al., 2017; Mohr et al., 2008). Por otra parte, en los últimos años se ha considerado el beneficio que podría representar, debido a los productos del mecanismo involucrado (Quiroz et al., 2009; Vázquez et al., 2013), la aplicación de un tratamiento abiótico, favorecido por agentes tales como la radiación ultravioleta o el calor, como paso previo a la aplicación de microorganismos en el proceso de biodegradación.

Este trabajo tuvo por finalidad evaluar los efectos que pueden ocasionar la luz ultravioleta y el calor, aplicados de manera simultánea, sobre objetos de poliestireno expandido (EPS), también denominado espuma de poliestireno.

Los resultados obtenidos podrán ser utilizados como base para un futuro tratamiento de degradación de residuos similares a gran escala, antes de la disposición final de éstos, o bien para la remediación de sitios de disposición final que contengan desechos de objetos de poliestireno, aplicando un tratamiento abiótico que podría ser combinado con una posterior degradación.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado con muestras de poliestireno expandido, provenientes de dos tipos de bandejas comercializadas en el Noroeste argentino (Figura 1). El espesor de las bandejas sin tratar fue, originalmente, en promedio, de 3,6 mm para la bandeja circular, denominada “Tipo 1”, y 2,9 mm para la bandeja rectangular, denominada “Tipo 2”.



Figura 1. Bandejas de dos tipos diferentes, utilizadas para los ensayos.

Para estudiar la variación de peso debido al tratamiento aplicado, se ensayaron en promedio 6 muestras de cada tipo, con dimensiones de 7,0 cm x 3,3 cm cada una. Además, se cortaron muestras (como mínimo por quintuplicado) de dimensiones 6 mm x 33 mm (IRAM, 1989), con las que se realizaron pruebas de tracción a una serie de cada tipo de bandeja antes de los ensayos, a modo de controles sin tratar, en tanto otra serie de cada tipo fue sometida a tratamiento y se analizaron las propiedades mecánicas después del mismo.

Para las pruebas de tracción se utilizaron las Normas disponibles (ASTM, 2003). Muestras para análisis de peso y de tracción pueden observarse en la Figura 2.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 2. Muestras de poliestireno expandido para determinación de cambio de peso y para pruebas de tracción.

Para el tratamiento abiótico de las muestras, tanto para estudiar cambios en las propiedades de tracción como para analizar variaciones de peso, se utilizó una cámara de intemperismo o envejecimiento acelerado (Figura 3), provista de calefacción (50ºC), tubos de luz ultravioleta (UV-A) y aireación intermitente, con una humedad típica promedio para S.S. de Jujuy, lugar de los estudios, de 50 %. El ensayo tuvo una duración de 500 horas



Figura 3. Cámara de intemperismo acelerado utilizada para el tratamiento con radiación UV-A y calor.

El peso promedio inicial de las muestras antes de comenzar el ensayo fue de 235 mg para la bandeja Tipo 1 y de 221 mg para la bandeja Tipo 2. Las muestras utilizadas para el análisis de esta variable fueron pesadas antes y después del tratamiento en una balanza analítica con precisión de centésima de miligramo (Figura 4).



Figura 4. Pesada de una muestra de poliestireno expandido con balanza analítica con precisión de centésima de miligramo.

Para las pruebas de tracción de los controles y de las muestras tratadas se utilizó una máquina uniaxial de tracción (Figura 5), la cual fue operada a una velocidad de 1 mm/s y a temperatura ambiente 23 ± 2ºC.



Figura 5. Máquina de ensayos uniaxiales de tracción utilizada para analizar las propiedades mecánicas de las muestras antes y después del tratamiento.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el tiempo de estos estudios, se registró un aumento de peso de las muestras, aunque el mismo no fue significativo (en promedio 0,18 % de incremento con respecto al valor inicial). Por el contrario, se encontraron cambios importantes en las propiedades mecánicas, especialmente para

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

uno de los tipos de bandejas estudiadas, con una tensión y deformación porcentual a rotura que disminuyeron a alrededor de la mitad de los valores de referencia para los controles sin tratar (Tabla 1)

En las Figuras 6 y 7 se muestran algunas curvas obtenidas en estos estudios, en donde se puede comparar la diferencia en los valores de tensión a rotura y de deformación a rotura entre las muestras luego del tratamiento y los respectivos controles sin tratar, para ambos tipos de bandejas estudiadas.

Tabla 1. Valores de tensión a rotura y deformación a rotura de bandejas de poliestireno expandido.

Bandejas	Tensión a rotura [kPa]		Deformación a rotura [%]	
	Control	Muestra tratada	Control	Muestra tratada
Tipo 1	1050	470	37	22
Tipo2	660	580	24	21

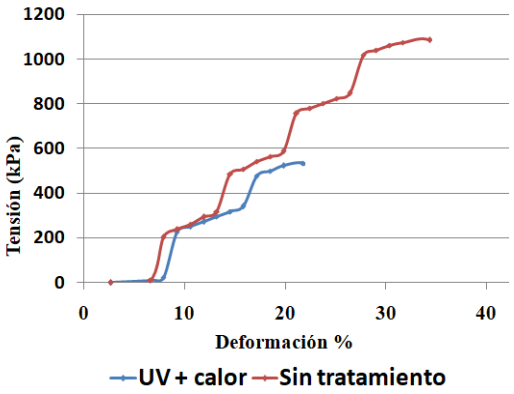


Figura 6. Curvas típicas de ensayos de tracción para muestras de bandejas de Tipo 1..

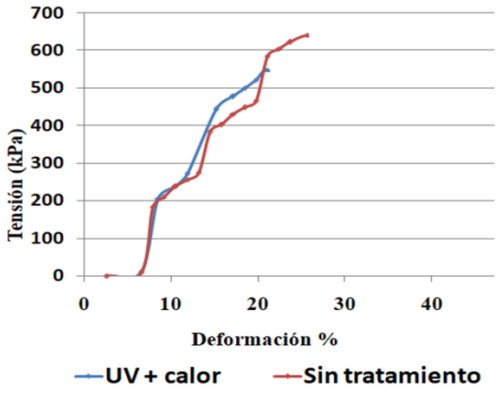


Figura 7. Curvas típicas de ensayos de tracción para muestras de bandejas de Tipo 2.

La comparación de los valores de tensión a rotura obtenidos en este estudio con los resultados de otros autores de bibliografía sólo es posible para los controles, habiendo determinado Chen et al. (2015) y Cromin et al. (2016), en Australia y Canadá, respectivamente, valores similares (600-1000 kPa) para tensión a rotura de espuma de poliestireno, correspondiendo los mayores valores al poliestireno expandido de mayor densidad (28 kg/m^3 o superior).

En lo que a tratamiento abiótico se refiere, sólo se encuentra el trabajo de Sha et al. (2017), quienes en Paquistán estudiaron la degradación de poliestireno expandido (EPS) bajo radiación UV-A; sin embargo, estos autores no hicieron mediciones de propiedades mecánicas sino del peso molecular y del número de unidades monoméricas del polímero, y encontraron que hubo degradación de EPS debido al tratamiento que aplicaron, ya que ambas variables que midieron disminuyeron significativamente después de la aplicación de la luz ultravioleta sobre el plástico. De esta manera, a partir de los resultados encontrados por estos autores, se puede inferir que el EPS tratado de manera abiótica sería probablemente más fácil de degradar por microorganismos en una posterior etapa biótica de tratamiento.

La variación de peso de las muestras se calculó como la diferencia entre el que tuvieron al final del ensayo, con respecto al que tenía cada una antes de comenzar el mismo. En todos los casos se verificó un aumento de peso (Tabla 2, con aumentos promedio), lo cual es compatible con la captación de oxígeno molecular en procesos de oxo-degradación (Singh et al., 2008).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2. Valores promedio de incremento de peso de las muestras luego de ser tratadas con radiación UV-A y con calor.

Bandejas	Aumento de peso por el tratamiento [mg]
Tipo 1	0,63
Tipo 2	0,25

No existen publicaciones de otros autores que hayan evaluado la degradación abiótica de poliestireno expandido a través de mediciones de peso, por lo cual los resultados de este estudio no pueden ser comparados con los de otros grupos de trabajo.

4 CONCLUSIONES

A partir de los resultados de este estudio se concluye que:

1) Es posible lograr la degradación abiótica de poliestireno expandido, tratándolo con radiación ultravioleta y calor.
2) La degradación alcanzada puede hacerse evidente a través de una disminución en las propiedades mecánicas, luego del tratamiento, en particular a través de cambios en la tensión y en la elongación a rotura.
3) 3. La variación de peso de las muestras, debido al tratamiento abiótico, también puede ser un indicativo de la degradación ocurrida, aunque en menor medida de lo que son las propiedades mecánicas de los ensayos de tracción del material estudiado.
4) 4. El proceso abiótico ensayado podría ser aplicado como una etapa previa a la biodegradación de residuos pos-consumo de poliestireno expandido.

5 AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue realizado con subsidio de la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la Universidad Nacional de Jujuy.

6 REFERENCIAS

Alonso M.S. y S.O. Madregal. Los residuos plásticos domiciliarios de S. S. de Jujuy en los últimos cinco años. Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA. Ed. Universidad Nacional de Jujuy, S. S. de Jujuy. 1(1).188-191. 2005.

Alonso M.S. Madregal S.O. y Lozano A.R. Minimización de los residuos plásticos en San Salvador de Jujuy, Trabajos técnicos del 15º Congreso Argentino de Saneamiento y Medio Ambiente. Buenos Aires. 2006.

Alonso M.S. Viturro, C.I. Madregal, S.O. Mamaní, C.D. y Lozano A.R. Biodegradación de poliestireno evaluada con microscopia electrónica de barrido y espectroscopia infrarrojo. *Revista Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 101, 92-94. 2009.

Alonso M.S., Carrazana D.F., Madregal S.O., Jiménez M.D., Mamaní C.D. Lozano A.R. Degradación de residuos pos-consumo de poliestireno expandido por bacterias del género Bacillus. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. 116: 58-61. 2012.

Alonso M.S., Madregal S.O., Ávalos N.R., Lozano A.R. Degradación aeróbica y anaeróbica de poliestireno expandido con mohos y bacterias en medio sólido. *Ingeniería Sanitaria y Ambiental*, 131: 47-52. 2017.

ASTM. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. Norma D 638. 2003.

Chen W., Hao H., Huahn D., Shi Y., Gui Y., Li Z.-X.. Static and dynamic mechanical properties of expanded polystyrene. Materials and design, 69: 170-180. 2015

Cronin D.S., Ouellet S. Low density polyethylene, expanded polystyrene and expanded polypropylene:: Strain rate and size effects on mechanical properties. Polymer Testing, 53: 40-50. 2016.

ASTM. Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. Norma D638. West Conshohocken. 2003.

Fernández Massi M., Giosa Zuazua N., Zorattin D. La industria plástica argentina en el MERCOSUR: un análisis de su inserción en la cadena de valor regional. Libro de ponencias y resúmenes del 1er. Congreso de Economía política internacional, Buenos Aires. 2014.

Mor R., Sivan A. Biofilm formation and partial biodegradation of polystyrene by the Actinomycete Rhodococcus rubber. Biodegradation of polystyrene. *Biodegradation* 19, 851–858. 2008.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Plastivida Argentina. Ecoplast 1(4), 27. 1997

Plastivida Argentina. La relación entre la biodegradación y los residuos plásticos. Boletín técnico informativo Nº 8. 9. 2007

Plastivida-CAIP. Ecoplas. Poliestireno. Boletín Técnico Informativo Nº 38. 2011

Seymour R.B., Carraher C.E. Introducción a la química de los polímeros. Ed. Reverté. 2002.

Sha S.S., Ahmad I., Ishaq M. Degradation study of used polystyrene with UV irradiation. Advanced Materials Science, 2(3): 1-6. 2017

Singh B, Sharma N. Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer degradation and stability*, 93: 561-584. 2008.

Vázquez Y.V., Ressia J., Barbosa S.E., Vallés E. Análisis del efecto de aditivos oxodegradantes sobre poliolefinas comerciales. En: Trabajos del VII Congreso Argentino de Ingeniería Química. Rosario, Santa Fe. 2013.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Respuesta de Prosopis alba a distinta disponibilidad hídrica generada por riego y exclusión de lluvias en plantación

Coronel, F. P.[1]; Cisneros, A. B.[2]; Cortes, F.[2]; Gulotta, M.[2]; Fernández M. E[3]

(1) CONICET-Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. fanypc03@gmail.com
(2) Facultad de Ciencias Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
(3) CONICET-INTA TANDIL

RESUMEN: *Prosopis alba* es una especie nativa de gran importancia ecológica y económica en el Gran Chaco, que seguramente se verá afectada por el Cambio Climático. El objetivo del trabajo fue describir los mecanismos de respuesta frente a la sequía en plantas jóvenes (9 años). Se instaló un ensayo manipulativo a campo, consistente en T1 exclusión de lluvia, T2 condición natural y T3 riego, en plantación. Se midió potencial hídrico y conductividad hidráulica específica (ks) de ramas en pre-alba y mediodía, en 36 árboles. Se realizaron además análisis anatómicos de muestras de ramas. El potencial hídrico en exclusión de lluvia en febrero para ambos momentos del día fue significativamente menor -1,01 MPa y -2,94 MPa que en los otros dos tratamientos, denotando mayor estrés hídrico y anisohidrismo. Similares resultados se obtuvieron en marzo al mediodía, y se registraron además diferencias en pre-alba entre la condición natural -1,88 MPa y el tratamiento regado -1,43 MPa. La ks fue significativamente mayor en tratamiento riego 0,78 Kg m^{-1} s^{-1} MPa^{-1}, mostrando una mayor eficiencia de conducción, posiblemente por menor cavitación. Siguiendo con ésta tendencia, el porcentaje de vasos conductores fue significativamente mayor en ramas provenientes de individuos sometido a riego 7,83 %. Estos son los resultados preliminares de un ensayo de estas características en árboles de Argentina, continuándose las mediciones con éstas y otras variables ecofisiológicas y morfológicas.

ABSTRACT: Prosopis alba is a native species of great ecological and economic importance in the Gran Chaco, which will surely be affected by Climate Change. The objective of the work was to describe the mechanisms of response to drought in young plants (9 years). A manipulative trial was installed in the field, consisting of T1 exclusion of rain, T2 natural condition and T3 irrigation, in plantation. Hydric potential and specific hydraulic conductivity (ks) of branches in pre-dawn and midday, in 36 trees were measured. Anatomical analyzes of branch samples were also performed. The water potential in rain exclusion in February for both times of the day was significantly lower -1.01 MPa and -2.94 MPa than in the other two treatments, denoting higher water stress and anisohydrism. Similar results were obtained in March at noon, and there were also differences in pre-alba between the natural condition -1,88 MPa and the irrigated treatment -1,43 MPa. The ks was significantly higher in irrigation treatment 0.78 Kg m-1 s-1 MPa-1, showing a higher conduction efficiency, possibly due to less cavitation. Following this trend, the percentage of conductive vessels was significantly higher in branches from individuals subject to irrigation 7.83%. These are the preliminary results of an assay of these characteristics in Argentine trees, with measurements being continued with these and other ecophysiological and morphological variables

Palabras claves: *Prosopis alba,* resistencia a sequía, conductividad hidráulica específica

Keywords: Prosopis alba, drought resistance, specific hydraulic conductivity

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

En el año 2007 el Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) denunciaba que las modificaciones ambientales a las cuales estaba haciendo frente nuestro planeta eran producto de la actividad humana, con consecuencias tanto sobre los ecosistemas naturales como en el hombre (IPCC 2007). De acuerdo con esto, la reducción del crecimiento, el decaimiento generalizado y la mortalidad de árboles han sido bien documentados para el sur de Europa, los bosques templados y boreales del oeste de América del Norte y para muchas especies de árboles en múltiples tipos de bosques (Allen et al., 2010). Estos reportes de mortandad de árboles están asociados a una causa en común: elevado estrés fisiológico provocado por una alta temperatura y/o déficit hídrico. Los bosques podrán adaptarse ya sea mediante la combinación de nuevas variantes génicas, la selección, la migración y/o la plasticidad fenotípica.

El potencial de adaptación futuro de las poblaciones actuales dependerá en cierta medida de la existencia de variación genética de caracteres de valor adaptativo que le permitirán a las especies hacer frente a ambientes más secos (Abrams, 1994; Hamrick, 2004). Es así que, el valor adaptativo de un carácter dado podría entonces estar relacionado con el tipo de estrategia de resistencia al estrés que posee la especie-genotipo, que puede clasificarse dentro de un continuo que va desde especies "evitadoras" a especies "tolerantes" (Levitt, 1980). Las especies evitadoras son aquellas que tienen caracteres que les permiten demorar en el tiempo el desarrollo de altas tensiones en el sistema hidráulico y la deshidratación de los tejidos Scholz et al., 2007; Meinzer et al., 2009). En contraste, las especies tolerantes pueden alcanzar bajos niveles de potencial hídrico (altas tensiones) en el xilema sin cavitar debido a su baja vulnerabilidad intrínseca a este fenómeno (Meinzer & McCulloh, 2013).

Prosopis alba es una especie nativa de gran importancia ecológica y económica en el Gran Chaco, que seguramente se verá afectada por el Cambio Climático. Es una de las especies nativas de mayor uso para madera de aserrío en Argentina, registrándose en los últimos años un aumento constante en su tasa de consumo (Vernier et al., 2013). Dado que la totalidad de la madera de algarrobo consumida proviene de los bosques nativos, la explotación del recurso resulta insostenible desde el punto de vista ambiental y económico (Vernier et al., 2013).

Actualmente no existen antecedentes específicos que describan los mecanismos de respuesta a la sequía en P. alba. El objetivo de este trabajo fue describir los mecanismos de respuesta frente a la sequía en plantas jóvenes (9 años) de Prosopis alba, en condiciones de campo. El ensayo aquí reportado se complementará con estudios de variación genética y de plasticidad fenotípica de caracteres de resistencia a la sequía en esta especie.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en una plantación de P. alba de 9 años de edad con espaciamiento de 4 m x 4 m ubicada en Colonia El Simbolar, Santiago del Estero.

2.1 Ensayo manipulativo

Se instaló un ensayo a campo con tres tratamientos: a- Exclusión parcial de lluvias, que aumente el déficit hídrico natural en la región (con tres canaletas por parcela), b- Riego manual y puntual, que minimice el déficit hídrico en suelo, c- Condiciones naturales, testigo. Las parcelas con una superficie de 324 m^2.

2.2 Relevamiento de datos

Se midieron en doce árboles por tratamiento las siguientes variables:

Crecimiento: se midieron en los árboles la altura y el diámetro al inicio y fin de la estación de crecimiento.

Potencial hídrico El potencial hídrico se midió en pre-alba y mediodía en fechas en las que se mida el contenido de agua en el suelo. Se analizará si el gradiente de potencial hídrico (pre-alba-mediodía) es mayor o menor a 1 MPa, resultando en un comportamiento iso o anisohídrico. En caso de que se verifique un comportamiento anisohídrico, se medirán otras fechas de manera de analizar si el gradiente de potencial aumenta o se mantiene en el tiempo (isohidrodinamismo).

Conductancia hidráulica total de la planta (Kh): se estimará como en Trifilò et al., 2013 mediante la medición de gs, el potencial hídrico en pre-alba y el potencial hídrico al momento de la medición de gs. La $Kh = E / \Delta\Psi$, donde E es la transpiración (aquí estimada a nivel foliar a partir de la gs; $E = gs \times DPV$, asumiendo acoplamiento completo de la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

transpiración con la demanda evaporativa), y ΔΨ es la diferencia de potencial hídrico entre el suelo (estimado por el potencial de pre-alba) y la hoja al momento de medir la gs.

Anatomía de la madera: tamaño de vasos (distribución de tamaños), densidad de los mismos y nivel de agrupamiento, número de posibles "puentes hidráulicos" entre vasos, según concepto de Cai et al., (2014). Cálculo de factor de refuerzo de vasos (Hacke et al., 2001).

Las mediciones fisiológicas continuarán en la próxima temporada de crecimiento, sumando medidas de daño en aparato fotosintético (por fluorescencia de la clorofila), comportamiento estomático (con porómetro) y curvas presión-volumen.

La comparación entre tratamientos se realizó utilizando el módulo de Modelos Lineales Mixtos del software INFOSTAT.

3 RESULTADOS

El crecimiento mostro significancia solo para el diámetro, siendo mayor en el tratamiento regado 0,06 mm que en el de exclusión de lluvia, sin diferir del testigo (figura 1).

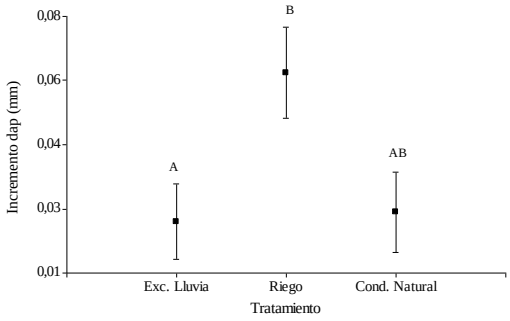


Figura 1. Incremento en diámetro (mm) promedio en función de tratamiento.

El potencial hídrico (ΨH) en exclusión de lluvia en febrero para ambos momentos (pre-alba y mediodía) del día fue significativamente menor -1,01 MPa y -2,94 MPa que en los otros dos tratamientos, denotando mayor estrés hídrico y anisohidrismo (figuras 2 y 3).

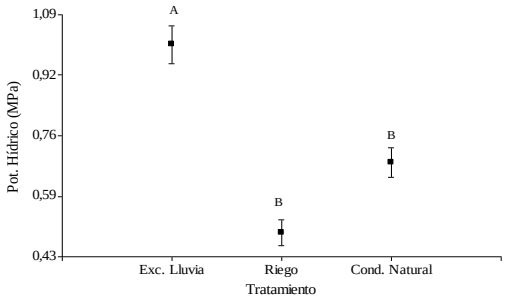


Figura 2. Potencial Hídrico (ΨH) promedio en valor absoluto medido en febrero en pre-alba.

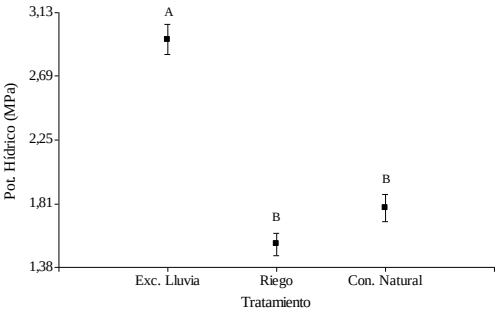


Figura 3. Potencial Hídrico (ΨH) promedio en valor absoluto medido en febrero a mediodía.

Similares resultados se obtuvieron en marzo al mediodía, y se registraron además diferencias en pre-alba entre la condición natural -1,88 MPa y el tratamiento regado -1,43 MPa.

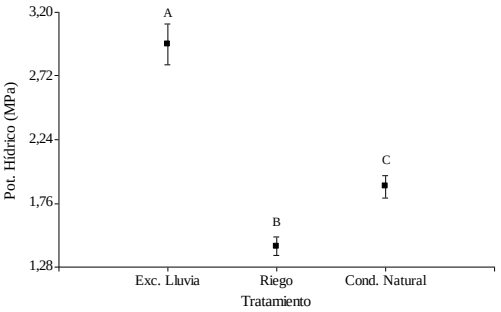
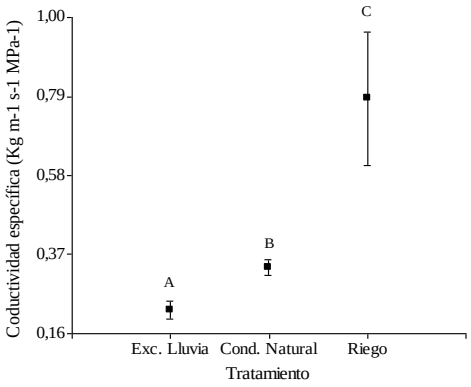
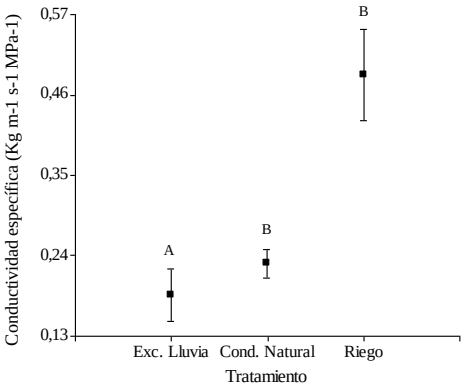


Figura 4. Potencial Hídrico (ΨH) promedio en valor absoluto medido en marzo a mediodía.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Con respecto a la Conductividad Hidráulica Especifica (ks) medida en marzo a pre-alba los tres tratamientos difirieron entre sí significativamente, mostrando la mayor ks el tratamiento regado 0,78 Kg m-1 s-1 MPa-1 y la menor ks el tratamiento de exclusión parcial de lluvias fue menor 0,22 Kg m-1 s-1 MPa-1. A mediodía el tratamiento de exclusión de lluvias difirió significativamente de tratamiento riego y condición natural, entre estos dos últimos no se evidenciaron diferencias significativas (figura 5 y 6).





Figuras 5 y 6. Conductividad hidráulica específica (ks) (Kg m-1 s-1 MPa-1) promedio medida en marzo a pre-alba y mediodía respectivamente.

Anatómicamente se midió diámetro y tamaño de vasos, agrupamiento, porcentajes de fibras y tejido: porcentaje de vasos, fibras y parénquima axial-radial. Solo se encontraron diferencias significativas en la variable porcentaje de vasos, siendo mayor en ramas pertenecientes al tratamiento riego 7, 83% (figura 7).

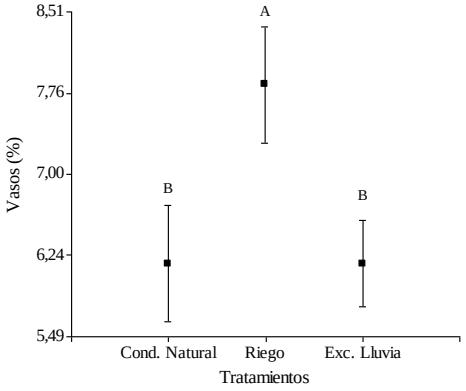


Figura 7. Porcentaje de vasos promedio medidas en madera de rama perteneciente a cada tratamiento.

4 CONCLUSIONES PRELIMINARES

Hasta el momento, sólo el crecimiento en diámetro respondió a los tratamientos de disponibilidad hídrica, a diferencia del crecimiento en altura, que respondería a otras condiciones de calidad de sitio.

La aplicación de los tratamientos es efectiva, ya que se observaron efectos significativos sobre el estado hídrico de las plantas y la eficiencia de conducción de agua de las ramas (ks). Dicho efecto se vio más acentuado en el tratamiento de exclusión parcial de lluvias, que tanto en febrero como en marzo presentó valores más negativos de potencial hídrico (más altos en valor absoluto), que el irrigado y condición normal. La imposición de sequía en condiciones de campo representa un desafío por el tamaño de las plantas y el potencial acceso de las mismas a la napa freática.

Según los valores de potencial hídrico al mediodía, se sugiere un comportamiento anisohídrico de la especie, con valores más negativos a medida que disminuye el acceso al agua (menor potencial de pre-alba). Los valores medidos se compararán con umbrales de cavitación, de pérdida de turgencia celular y de comportamiento estomático, mediciones que se realizarán en la próxima temporada de crecimiento.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

5 BIBLIOGRAFÍA

Abrams MD (1994) Genotypic and phenotypic variation as stress adaptations in temperate tree species: a review of several case studies. Tree Physiol 14:833–842.

Allen et al. 2010. A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. Forest Ecology and Management (2010)

Cai J, S Li, H Zhang, S Zhang, MT Tyree. 2014. Recalcitrant vulnerability curves: methods of analysis and the concept of fibre bridges for enhanced cavitation resistance. Plant, Cell and Environment 37, 35–44.

Choat B, Jansen S, Brodribb TJ, Cochard H, Delzon S, Bhaskar R, Bucci SJ,. Feild TS, Gleason S M, Hacke UG, Jacobsen AL, Lens F, Maherali H, Martínez-Vilalta J, Mayr S, Mencuccini M, Mitchell PJ, Nardini A, Pittermann J, Pratt RB, Sperry JS, Westoby M, Wright IJ &. Zanne AE (2012). Nature 491(7426):752.

Ciais P, Reichstein M, Viovy N, Granier A, Ogee J, Allard V, Aubinet M, Buchmann N, Bernhofer C, Carrara A, Chevallier F, De Noblet N, Friend AD, Friedlingstein P, Grunwald T, Heinesch B, Keronen P, Knohl A, Krinner G, Loustau D, Manca G, Matteucci G, Miglietta F, Ourcival JM, Papale D, Pilegaard K, Rambal S, Seufert G, Soussana JF, Sanz MJ, SchulzeED, Vesala T, Valentini R (2005) Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. Nature 437:529–533.

Fernández, M. E.; Gyenge, J.; Graciano, C. Varela, S.; Salda, G. D. (2010). Conductancia y Conductividad Hidráulica. Técnicas en Medición en Ecofisiología Vegetal. Conceptos y Procedimientos. 4: 53.

Gabriel, K. R. 1971. Biplot Display of Multivariate Matrices with Application to Principal Components Analysis. Biometrika 58: 453-467.

Gallo, L. A. (2013). Domesticación y Mejora de las Especies Forestales Nativas para la incertidumbre Climática. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Buenos Aires, Argentina. Pp. 39- 42.

Geber MA, Dawson TE (1993) In: Kareiva PM, Kingsolver JG, Huey RB (eds) Evolutionary responses of plants to global change. Biotic interactions and global change. Sinauer, Sunderland.

Hacke UG, & Sperry JS (2001). Functional and ecological xylem anatomy. Urban & Fischer Verlag (Vol. 4/2, pp. 97–115).

Hamrick JL (2004) Response of forest 365res to global environmental changes. For Ecol Manag 197:323–335.

IPCC, 2007: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Levitt J (1980). Responses of plants to environmental stresses. In Physiological ecology, a series of monographs, texts and treatises (Vol II, pp. 607). San Diego.

Trifilò P, MA Lo Gullo, F Raimondo, S Salleo,A Nardini (2013) Functional Plant Biology Vol. 40: 5 pp. 459-465.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Parámetros característicos de producción de un sistema fotovoltaico conectado a la red de 1,5 kWp ubicado en INTA-Catamarca

Luque, Victor.1, Rodriguez, Carlos.1,2, Iriarte, Adolfo.1, Foresi, Pedro3

(1) Grupo de Energías Renovables Catamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, UNCa ,4700 Catamarca, Argentina.
vhluque@gmail.com
(2) Subsecretaria de Ciencia y Tecnología, Provincia de Catamarca
(3) Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, UNCa

RESUMEN: La evaluación del comportamiento de un sistema fotovoltaico conectado a la red no debe realizarse exclusivamente a partir de su producción eléctrica. Los parámetros característicos permiten diferenciar los distintos sistemas fotovoltaicos independientemente del comportamiento de las condiciones medioambientales. La norma UNE IEC 61724 es el estándar europeo para el análisis del comportamiento eléctrico de sistemas fotovoltaicos tanto conectados a la red como autónomos. Los índices de producción son cantidades de energía normalizadas a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica. El coeficiente de rendimiento es un factor de calidad, aporta información sobre la eficiencia energética y fiabilidad de la instalación fotovoltaica. Se calculan la Productividad del generador fotovoltaico, la Productividad Final, la Productividad de Referencia y el Coeficiente de Rendimiento para un SFCR de 1,5 kWp ubicado en el predio del Inta-Sumalao. Los resultados obtenidos se pueden utilizar para comparar el rendimiento de la instalación con otras instalaciones fotovoltaicas, como guías para la aplicación de sistemas fotovoltaicos conectados a la red en otros lugares con un clima similar y también establecer perfiles mensuales para la planificación del consumo eléctrico.

ABSTRACT: Evaluate behavior of a grid - connected photovoltaic system should not be made exclusively from its electrical production. The characteristic parameters allow to differentiate the different photovoltaic systems regardless of the behavior of the environmental conditions. The UNE IEC 61724 is the European standard to analyze the electrical behavior grid - connected photovoltaic system and autonomous. The production indexes are energy quantities normalized to the nominal power of the photovoltaic installation. The performance ratio is a factor of quality, provides information on the energy efficiency and reliability of the photovoltaic installation. The Array Yield, Final Yield, Reference Yield and Performance Ratio for an 1,5 kWp SFCR in the Inta-Sumalao was calculated. The results can be used to compare the performance of this installation with other photovoltaic installations, also as guides for the application of SFCR in other places with similar climate and also to establish monthly profiles for the planning electrical consumption.

Palabras claves: sistema fotovoltaico conectado a red, rendimiento característico, Catamarca.

Keywords: grid - connected photovoltaic system, performance ratio, Catamarca.

1 INTRODUCCION

Un sistema fotovoltaico conectado a la red (SFCR) consiste en un generador fotovoltaico que se conecta a la red eléctrica por medio de un inversor, existen dos tipos de SFCR: centrales fotovoltaicas de potencias comprendidas entre cientos de kW y centenas de MW y sistemas fotovoltaicos integrados en entornos urbanos con potencias ente 1 kW v 10 kW. Los primeros son similares a las centrales convencionales en cuanto a su ubicación, se conectan a las redes de media y alta tensión, poseen sistemas de seguimiento solar y entregan la totalidad de su producción a la red. Las del segundo tipo se integran arquitectónicamente a edificios y otras construcciones, constituyen la denominada generación distribuida, la energía generada se usa para el consumo local y entregan el excedente a la red de baja tensión.

En la República Argentina el congreso aprobó el 30 de Noviembre de 2017 la ley de generación distribuida de energía renovable denominada Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública. La ley N° 27424 fue promulgada por el poder ejecutivo a través del decreto 1075/2017 de fecha 27 de diciembre de 2017. A la fecha dicha ley aun no fue reglamentada lo cual ha demorado su implementación en la mayoría de las provincias a excepción de la provincia de Santa Fe, Mendoza, Salta.

La evaluación del comportamiento de un sistema fotovoltaico conectado a la red no debe realizarse exclusivamente a partir de su producción eléctrica. Se puede medir el rendimiento de un sistema FV de las siguientes formas: índice de relación de comportamiento (PR), PR compensado que es la relación de PR corregido en función de la temperatura utilizando la temperatura media del módulo, Índice de Rendimiento de Potencia (PPI), Índice de Rendimiento Energético (EPI-SAM), Índice de Rendimiento Energético (EPI-REGRESIÓN) (Varo y Menéndez, 2017).

La norma UNE IEC 61724 es el estándar europeo para el análisis del comportamiento eléctrico de sistemas fotovoltaicos tanto conectados a la red como autónomos.

Los parámetros característicos permiten diferenciar los distintos sistemas fotovoltaicos independientemente del comportamiento de las condiciones medioambientales.

En el presente trabajo se calculan los parámetros básicos de producción para una instalación de 1,5 kW_P, situada en Catamarca, Argentina.

2 MATERIALES Y METODOS

Los parámetros característicos son: la Productividad del generador fotovoltaico (*Array Yield*), la Productividad final (*Final Yield*), la Productividad de referencia (*Reference Yield*) y el Rendimiento Característico (*Performance Ratio*).

Los índices de producción son cantidades de energía normalizadas a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica para un determinado periodo de tiempo (día, mes, año).

El rendimiento característico aporta información sobre la eficiencia energética y fiabilidad de la instalación fotovoltaica.

La Productividad del generador fotovoltaico es la energía producida por el generador E_{GFV} por unidad de potencia instalada (potencia nominal referida a las condiciones estándar de medida) P_{nomG} expresada en $kWh.kW_p^{-1}$.

$$Y_A = \frac{E_{GFV}}{P_{nomG}} \quad (1)$$

La Productividad final del sistema es la energía útil (puesta a disposición de la red eléctrica) E_{FV} por unidad de potencia instalada del generador, expresada en kWh/kW_p^{-1}.

$$Y_F = \frac{E_{FV}}{P_{nomG}} \quad (2)$$

La Productividad de referencia es el cociente entre la irradiancia solar incidente medida por el sensor utilizado G_S medida en kWh/m^2 y la irradiancia en condiciones estándar de medida G^* (1 kW/m^2 T_a = 25 °C).

$$Y_R = \frac{G_S}{G^*} \quad (3)$$

El Rendimiento característico del sistema es el cociente entre la productividad final y la productividad de referencia.

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} \quad (4)$$

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Las pérdidas de captura distribuidas en la parte continua son la diferencia entre la productividad de referencia y la productividad del generador fotovoltaico.

$$L_C = Y_R - Y_A \quad (5)$$

Las pérdidas de captura son de dos tipos: perdidas de captura térmica debido a la temperatura de operación del generador fotovoltaico (generalmente mayor a 25 °C) y perdidas de captura debido a las características eléctricas tales como dispersión de los parámetros de los módulos, desviación del punto de trabajo respecto del optimo, caídas de tensión en el cableado e incidencia de sombras.

La pérdida de conversión, que tienen lugar en el inversor, es la diferencia entre la productividad del sistema del generador fotovoltaico y la productividad final del sistema, expresada en horas.

$$L_I = Y_A - Y_F \quad (6)$$

En la Fig. 1 se muestra el generador fotovoltaico



Figura 1 : Vista del generador fotovoltaico

El sistema fotovoltaico conectado a la red en estudio, está ubicado en la localidad de Sumalao, departamento Valle Viejo, provincia de Catamarca en el predio del campo experimental del INTA, con coordenadas: 28.47° Latitud Sur y 67,73° Longitud Oeste con orientación hacia el Norte y una inclinación de 18º, consta de 30 paneles de 50 Wp Solarnova PQ 40/50 D, distribuidos en tres string de 10 módulos cada uno, conectado a un Inversor Sunny Boy 1200.

Los parámetros eléctricos, tensión y corriente, tanto a la entrada como a la salida del inversor, se registraron cada 5 minutos.

3 RESULTADOS EXPERIMENTALES

En la Fig. 2 se muestra la productividad de referencia para el mes de marzo de 2018.

La productividad de referencia varía entre 2,2 h/día y 7,23 h/día obteniéndose un valor promedio de 5,92 h/día, para los días 5, 11, 15, 18 y 24 no se superó el valor de 3 h/día por ser días nublados y seminublados. La productividad de referencia mensual es de 183,4 h/mes.

En la fig. 3 se muestra la variación de la temperatura ambiente máxima y promedio.

Las temperaturas ambiente máximas estuvieron por encima de los 25 °C, las temperaturas ambiente promedios presentaron valores por encima de los 25 °C, durante 18 días las temperaturas ambiente promedio estuvieron por debajo de 25° C y los restantes 13 días por encima de los 25 °C.

En la Fig. 4 se muestran los valores obtenidos de productividad del generador fotovoltaico.

La productividad del generador fotovoltaico presento valores entre 1,14 y 5,55 h/día con un promedio mensual de 4,53 h/día, el 77 % de los días estuvo por encima 5 h/día, el 16 % por debajo de 3 h/día y el 7% con valores próximos a 5 h/día, la productividad del generador mensual es de 140,47 h/mes, la productividad del generador fotovoltaico depende de la irradiancia (días nublados o seminublados), la temperatura ambiente y el ensuciamiento de los paneles.

En la Fig. 5 se expone la productividad final del sistema.

La productividad final del sistema varía entre 1,02 h/día y 5,02 h/día con un promedio mensual de 4,13 h/día. El 84 % de los valores están por encima de 4 h/día. La productividad final mensual es de 128,16 h/mes. Los valores de productividad final del sistema, están influenciados además de los factores citados anteriormente por las pérdidas en el inversor.

En la Fig. 6 expone la variación del rendimiento característico.

El rendimiento característico varía entre 0,44 y 0,8 con un valor promedio de 0,69, valor que se encuentra en el margen de 0,6 a 1 (Caamaño, 2009).

En la Fig. 7 se muestran las perdidas por captura y por conversión.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

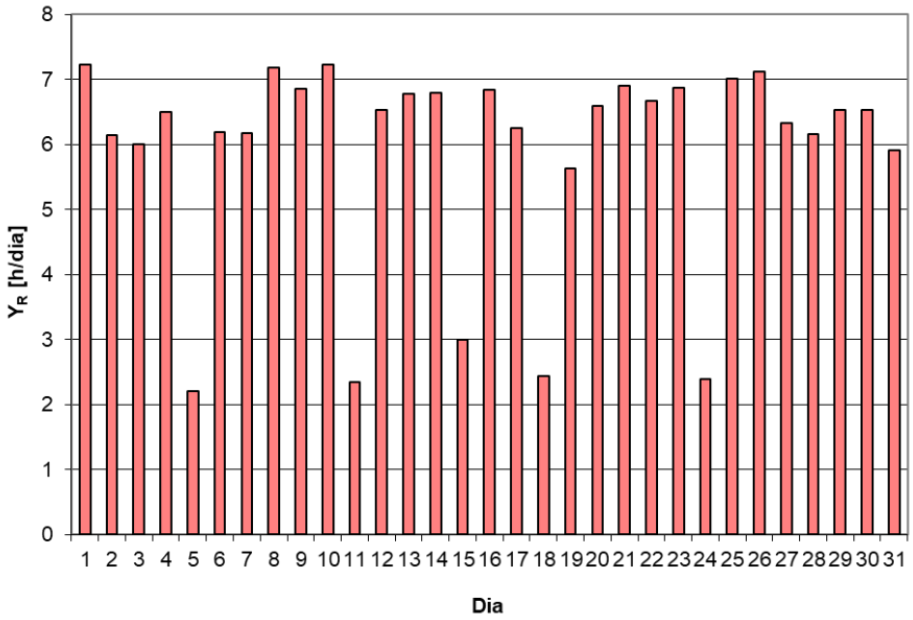


Figura 2. Productividad de referencia

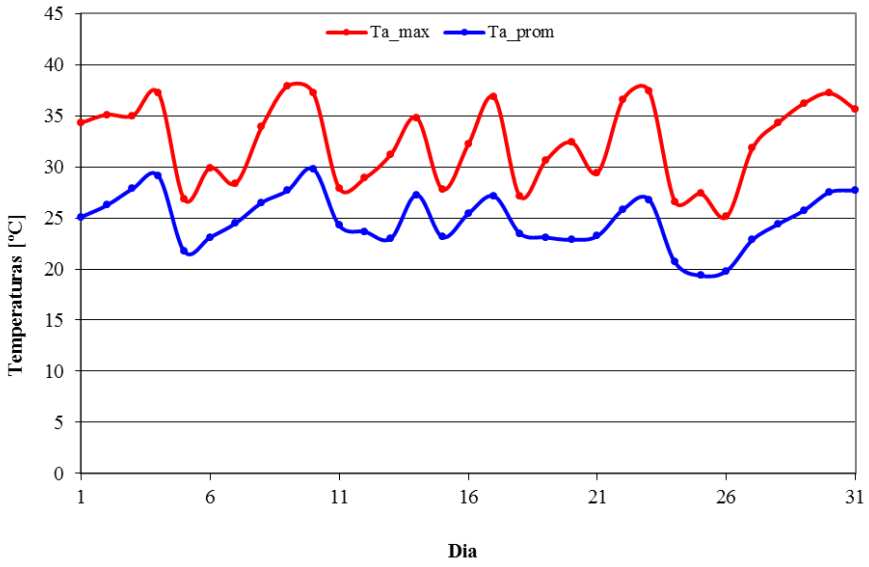


Figura 2. Temperatura ambiente máxima y promedio para el mes de Marzo de 2018

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

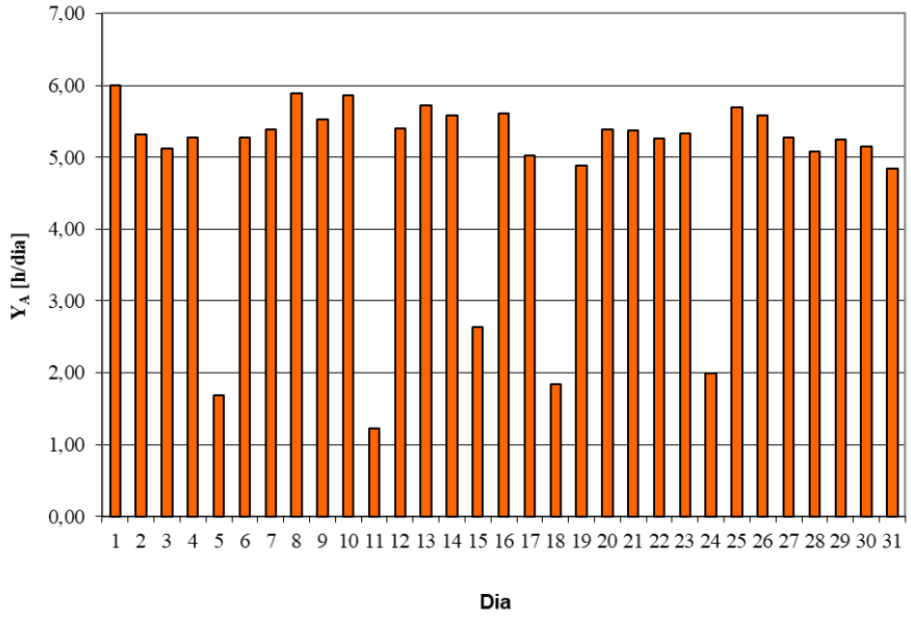


Figura 4. Productividad del generador fotovoltaico para el mes de Marzo de 2018

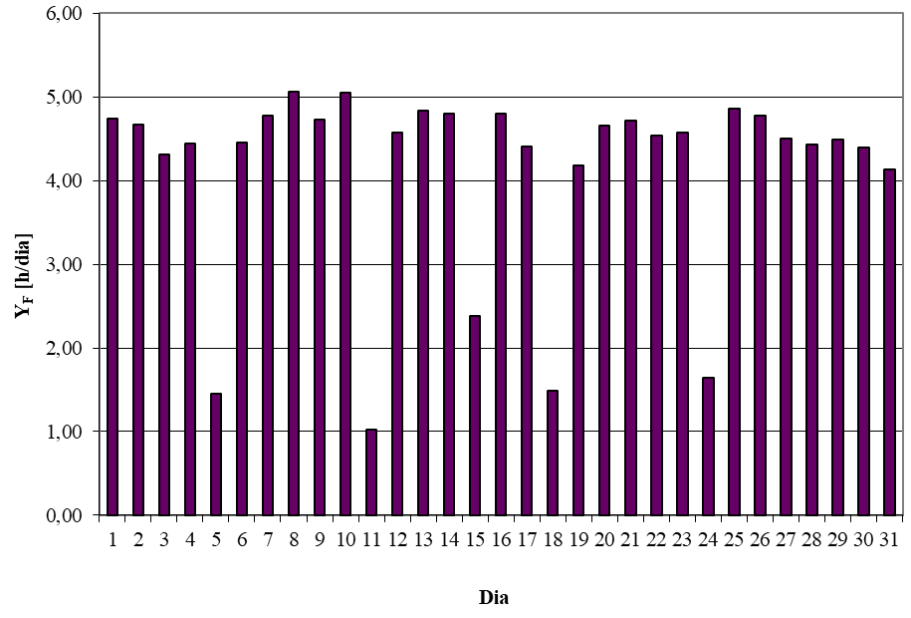


Figura 5. Productividad final del sistema para el mes de Marzo de 2018

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

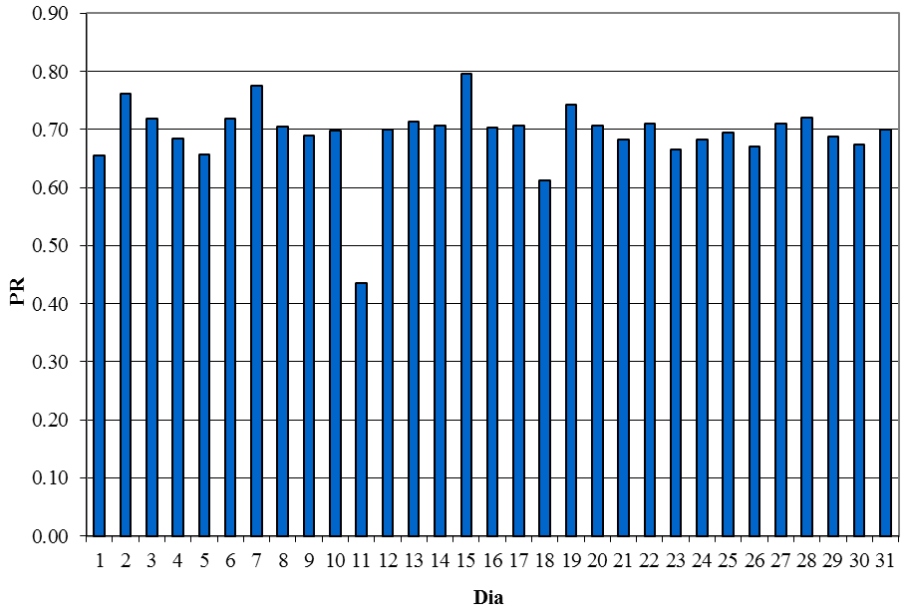


Figura 6. Rendimiento característico para el mes de Marzo de 2018

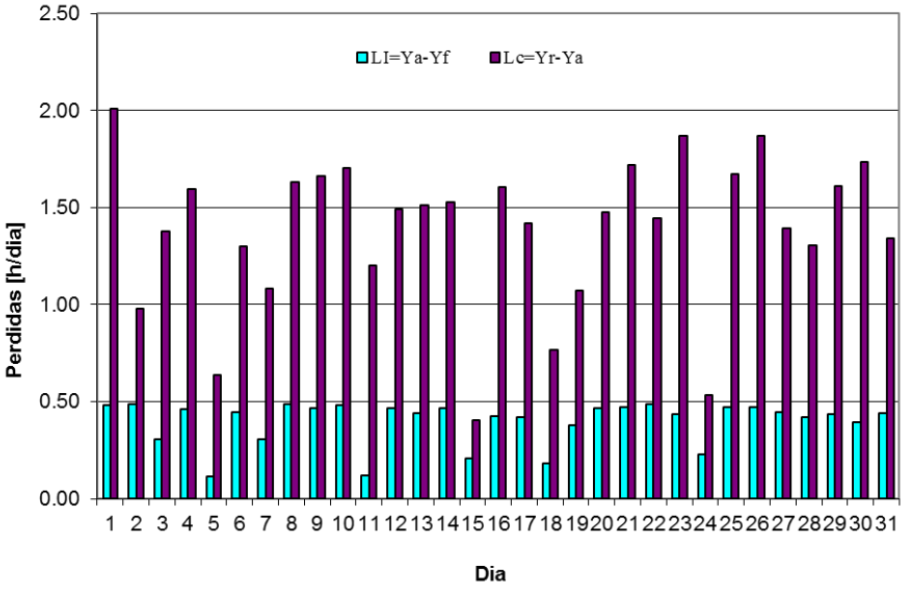


Figura 7. Perdidas por captura y por conversión para el mes de Marzo de 2018

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Las pérdidas de captura varían entre 0,41 y 2,01 con un valor promedio de 1,38. Las pérdidas de conversión varían entre 0,11 y 0,49 con un promedio de 0,4.

A efectos de realizar una comparación con otras instalaciones fotovoltaicas se realizó una búsqueda bibliográfica, encontrándose que en la ciudad de Corrientes, Argentina (Cáceres et al, 2014) para una instalación de 0,6 kW_P se obtuvo para el mes de marzo para una productividad de referencia de 5,2 y 5,8 (años 2011 y 2012) un rendimiento característico de 0,67 y 0,66 respectivamente.

4 CONCLUSIONES

La productividad de referencia es alta como es de esperar ya que la inclinación adoptada es aquella que permite mayor captación de la radiación solar durante los meses de verano.

La productividad del generador fotovoltaico y la productividad final del sistema dependen de la irradiancia.

Las temperaturas ambiente máximas para los días mostrados estuvieron por encima de los 25 ºC lo que disminuye la productividad del generador fotovoltaico y la productividad final del sistema y por consiguiente el rendimiento característico.

El rendimiento característico para el mes de marzo fue de 0,69.

Las pérdidas por captura son mayores que las pérdidas de conversión ya que están afectadas por la temperatura ambiente y el ensuciamiento de los paneles fotovoltaicos.

No se encontraron datos para realizar comparaciones con otras instalaciones situadas en la provincia.

El valor obtenido para el rendimiento característico es similar al obtenido para una instalación situada en la provincia de Corrientes, Argentina.

5 REFERENCIAS

Cáceres, M., Vera, L., Busso, A., De la Casa, J., Analysis and evaluation of the first grid connected PV system in Northern Argentina. https://www.researchgate.net/profile/Manuel_Caceres5/publication/275648139_analysis_and_evaluation_of_the_first_grid_connected_pv_system_in_northern_argentina/links/5542266b0cf224a89a334cc2/analysis-and-evaluation-of-the-first-grid-connected-pv-system-in-northern-argentina.pdf. Visitado el 9 de marzo de 2018.

Caamaño E. M., Serie Ponencias, CIEMAT, (2009). Capítulo 19.

Ley Nº 27424, Régimen de fomento a la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica pública, http://argentinambiental.com/legislacion/nacional/ley-27424-generacion-energia-electrica-origen-renovable/. Visitado el 24 de Mayo de 2018.

Varo, D. y Menéndez, H., Análisis del rendimiento de un sistema fotovoltaico conectado a red de 10 MW, Excluyendo el efecto de la temperatura. https://www.uax.es/publicacion/analisis-del-rendimiento-de-un-sistema-fotovoltaico-conectado-a-red-de.pdf, Visitado el 7 de Mayo de 2018.

UNE-EN 61724:2000. Monitorización de sistemas fotovoltaicos: Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis, 2000.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Rendimiento térmico de colector solar plano basado en tecnología Heat Pipe con diferentes fluidos de trabajo

Togo, Pablo S.[1], Gómez Khairallah, Aníbal O.[2], Cattaneo, Carlos A.[1,2],

(1) Universidad de Santiago del Estero-Facultad de Agronomía y Agroindustria, Departamento Físico matemático, Av. Belgrano (s) 1912, Santiago del Estero, Argentina, psebastian_togo@yahoo.com.ar
(2) Universidad de Santiago del Estero –Facultad de Ciencias Exactas y Tecnológicas, Departamento de Mecánica, Av. Belgrano (s) 1912, Santiago del Estero, Argentina

RESUMEN: La tecnología Heat Pipe basa su funcionamiento en las propiedades termodinámicas de un fluido de trabajo, operando con un proceso cíclico de evaporación y condensación del fluido de trabajo. Transfiere el calor en condiciones en la que el gradiente de temperatura entre el evaporador y el condensador es pequeño. Ente los parámetros que modifican el desempeño de estos equipos, la selección adecuada del fluido de trabajo es quizás el aspecto más importante. Se ensaya y determina el desempeño de un prototipo de un sistema termosifón bifásico, basado en tecnología Heat Pipe destinada al calentamiento del aire; en el cual se estudia diferentes alternativas de fluidos de trabajo para el equipo. Se ensayó el equipo con tres fluidos de trabajo: agua destilada, alcohol etílico de grado comercial y nafta súper. El grado de llenado del colector con el fluido fue del 10% del volumen total del equipo, la velocidad del aire que atraviesa la región de condensación oscilo entre 1,1-1,4 m/s. Obteniendo incremento de temperatura máximo del aire a la entrada y salida de la región de condensación del orden de 10°C en los tres fluidos. El rendimiento alcanzado empleando agua destilada como fluido de trabajo fue del 70%.

ABSTRACT: Heat Pipe technology bases its operation in the thermodynamic properties of a working fluid. It transfers the heat under conditions in which the gradient of temperature between the evaporator and the condenser is small. Entity parameters affecting the performance of this equipment, the proper selection of the working fluid is perhaps the most important aspect. It rehearses and determines the performance of a prototype of a two-phase thermosyphon system, based on technology Heat Pipe for the heating of the air, which explores alternatives of working fluids for the system. Equipment was tested with three working fluids: distilled water, ethyl alcohol of commercial grade and super gasoline. The degree of filling of the collector with the fluid was 10% of the total volume of the equipment, the speed of the air flowing through the region of condensation tilt between 1, 1-1, 4 m/s. Obtaining maximum increase of temperature of the air at the entrance and exit of the region of condensation on the order of 10° C in the three fluids. The performance achieved using distilled water as working fluid it was 70%.

Palabras claves: Heat pipe placa plana, fluido de trabajo, rendimiento.

Keywords: Heat pipe flat plate, working fluids, performance.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCION

Los equipo basados en la tecnología heat pipe son dispositivos pasivos, de transferencia de calor altamente eficientes. Opera con un fluido de trabajo en un ciclo cerrado de evaporación y condensación dentro de un tubo metálico, transportando el calor de la región caliente (región de evaporación) a la fría (región de condensación). En este tipo de equipos, se emplean fluidos cuyo calor latente de evaporación es grande, permitiendo obtener cantidades considerables de calor transportado con una diferencia de temperatura muy pequeña de extremo a extremo Reay (2013).

Estos equipos se caracterizan por la simplicidad de diseño, son de fácil fabricación y requieren bajo mantenimiento. Debido a estas características estos equipos se destinan a aplicaciones en muchas áreas, por ejemplo: sistemas de recuperación de calor, sistemas de acondicionamiento de ambientes, en equipos de electrónica, en sistemas que emplea la radiación solar, entre otras aplicaciones industriales y domésticas Riffat (2007) Chaudhry (2012).

Entre los factores que afectan el despeño de los equipos heat pipe, se encuentra la adecuada selección del fluido de trabajo, este es quizás el aspecto más importante a tener en cuenta en el proceso de la diseño y de fabricación de estos equipos. Debe existir una compatibilidad entre el fluido de trabajo y los materiales de la mecha, así como del recipiente de contención del tubo de calor.

El rango de temperatura de funcionamiento teórico para un tubo de calor dado es típicamente entre la temperatura crítica y el estado triple del fluido Lee (2010).

1.1 Heat pipe de placa plana

Los equipos heat pipe de placa plana, son un tipo especial de heat pipes, el cual puede transportar mayor flujo de calor con respecto a los heat pipe cilíndricos, además una desventaja comparativa de los equipos heat pipe cilíndricos es que no son una solución deseada por las siguientes razones, su alto peso, la pequeña relación superficie-volumen y el gran tamaño Rassoulinejad (2012).

Otras ventajas en empleo de estos equipos son:

- El heat pipe es un sistema cerrado por lo que la adecuada elección de los materiales, eliminaría los problemas de corrosión.
- Los heat pipe al ser dispositivos pasivos, no se requieren bombas o ventiladores para mover el fluido de trabajo en el colector.
- Se pueden diseñar y fabricar como módulos lo que facilitaría la instalación y el mantenimiento del equipo.

El diseño de la placa colectora conjuntamente con su característica geometría, dan mayores tasas de captación de radiación solar diaria (Greeley 1977)

Los equipos heat pipe planos constan de tres partes principales el contenedor, el fluido de trabajo y la estructura de la mecha, la cual es porosa Rassoulinejad (2012). En estos equipos una pequeña cantidad de fluido de trabajo se coloca en un tubo, luego se evacúa el aire y se sella. La presión dentro del contenedor alcanza valores cercanos a la presión de vaporización del fluido para la temperatura especificada, haciendo que el fluido de trabajo que se encuentra saturado se vaporice, esta región se denomina evaporador. Se encuentra en uno de los extremos del tubo y se halla a una temperatura elevada. El gradiente de presión hace que el vapor se mueva hacia el extremo frío del tubo, donde el fluido es condensado en la región de condensación. El fluido condensado regresa a la región del evaporador, éste debe estar situado en el punto más bajo del tubo, dado que en el fluido sólo actúa la fuerza de gravedad. Este circuito del fluido se repite mientras que el fluido se encuentre a la temperatura de evaporación. En la Fig. 1, se observa las regiones que se establecen en el colector cuando el fluido de trabajo cambia de fase.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

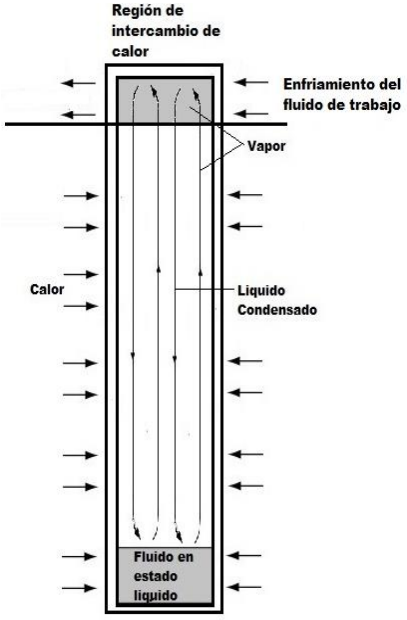


Figura 1. Esquema del funcionamiento de un colector de placa plana

El colector solar de placa plana transforma la radiación solar en energía térmica útil. En este tipo de colector, el área del absorbedor es igual al área de incidencia de la radiación. El colector generalmente tiene un cubierta transparente sobre la placa colectora que absorbe la radiación. Las partes posterior y los bordes se encuentran aislados para minimizar la pérdida de la energía captada. El colector transfiere el calor a un fluido de trabajo Greeley (1977).

El estudio del desempeño de diferentes colectores heat pipe de placa plana, se viene desarrollando con anterioridad como el presentado por Greeley (1977) donde el colector se diseñó empleando tubos de cobre por donde circula el fluido de trabajo y –actualmente- como el presentado por Zhu y otros (2015), en el cual el colector es una estructura alveolar de aluminio. Respecto a este trabajo, anteriormente se ensayó un equipo de construcción similar pero con área de colección de $2m^2$, empleando como fluido de trabajo agua Gomez Khairallah (2017); este equipo presentó como inconveniente que, al cambiar el fluido de trabajo, las soldaduras de las placas fallaron aleatoriamente debido a las presiones internas.

La selección adecuada del fluido de trabajo en un equipo heat pipe, así como el grado de llenado del equipo con el fluido de trabajo, son características técnicas que modifican el rendimiento del equipo como lo demuestran estudios realizados por Mozumder (2010), Ong (2011), Peyghambarzadeh (2013), Huang (2018), entre otros autores.

2 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO

El equipo colector heat pipe de placa plana diseñado y ensayado se encuentra montado en el interior de un recinto rectangular cerrado de madera, recubierto en sus costados y en la cara inferior con material aislante (lana de vidrio de 0,05m de espesor). La placa colectora, está formada por dos láminas de metal calibre 24 de espesor, de 1,2 x 0,1m enfrentadas con molduras longitudinales ver Fig. 2. Estas molduras forman canales entre las dos láminas, que se comunican a su vez entre sí por medio de dos canales transversales, como se observa en la Fig. 3. En estos canales el fluido de trabajo tiene libertad de circulación, además las molduras le confieren rigidez mecánica al equipo. El hermetismo del sistema de láminas enfrentadas se logra por medio de una soldadura perimetral de las placas con soldadura blanda de bajo punto de fusión (estaño 50 %). El colector se pintó exteriormente de color negro mate para optimizar la absorción de la radiación incidente.

La placa colectora en sus extremos cuenta con dos puertos de acceso rápido que facilitan la carga del colector con el fluido de trabajo, así como el monitoreo del sistema en funcionamiento y el grado de llenado del colector. En su lado derecho posee un nivel, con la finalidad de observar el grado de llenado del fluido dentro del colector. La cubierta del colector es de policarbonato alveolar transparente de 0,004 m de espesor, material que permite que la radiación solar lo atraviese y llegue a la placa colectora. En el extremo superior del recinto, una parte del colector se encuentra delimitada por un tabique de madera. El compartimento superior que forma, es la región de intercambio de calor entre el colector y el aire que lame la superficie del mismo (región de condensación), en esta región la circulación de aire atraviesa en sentido transversal a la placa colectora. El aire que se encuentra a temperatura ambiente ingresa a través de unos orificios en la estructura de madera y atraviesa esta región de intercambio, luego sale al exterior mediante un ducto de 0,1m de diámetro. El ingreso del aire es forzado por medio de un cooler de 2W.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 2: Láminas de acero con molduras

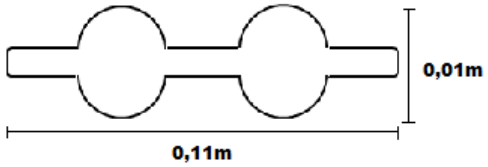


Figura 3: vista de corte de la placa colectora

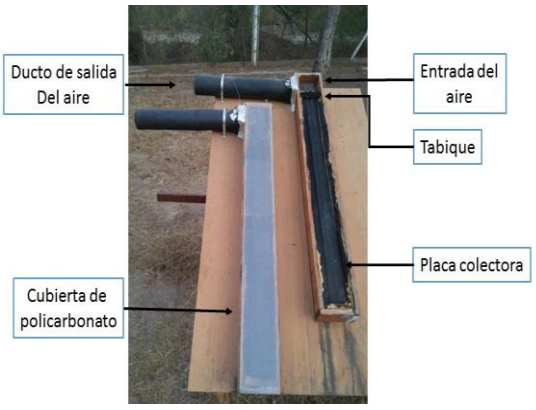


Figura 4: Colector solar heat pipe placa plana.

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los ensayos se realizaron en la provincia de Santiago de Estero, en distintos días entre los meses marzo y agosto del año 2018, entre las 9:30 y 17:00 horas. La inclinación del colector fue 28°, la velocidad del aire que atraviesa el intercambiador de calor varió entre v_a= 1,1m/s - 1,4m/s, el grado de llenado de la placa colectora fue del 10% del volumen total del colector y se evacuó el aire del interior del colector. Los fluidos de trabajo ensayados para el colector heat pipe de placa plana fueron: agua destilada, alcohol etílico comercial y nafta súper. Las características buscadas en la selección de los fluidos de trabajo fueron:

- Un fluido de trabajo con calor específico y calor latente de vaporización altos.
- Que las condiciones de vaporización del fluido temperatura y presión, se correspondan con las condiciones de trabajo del colector.
- Sea compatible con los materiales del equipo.
- Que sea fácil de adquirir.

Los ensayos se realizaron con dos fluidos simultáneamente y se realizaron por triplicado para cada fluido de trabajo, en días con características climáticas semejantes: temperatura ambiente, radiación solar incidente y velocidad del viento.
Las variables que se midieron durante los ensayos fueron: la temperatura de aire a la entrada y salida del colector, la radiación solar en el plano del colector y la velocidad del flujo de aire que atraviesa el colector. Los equipos empleados para la adquisición de estas variables fueron termocuplas tipo K, data logger Prova 550, radiómetro fotovoltaico y un anemómetro de palas. Con las variables obtenidas para se determina el rendimiento instantáneo del colector para cada fluido de trabajo, mediante la ecuación (1) desarrollada por Duffie et Beckman (2013).

$$\eta = \dot{m}\, C_p \frac{(T_s - T_e)}{A\, I_i} \qquad (1)$$

Donde $\dot{m}$ es el flujo másico en kg/s, Cp calor específico del aire en J/(kg.°C), T_s temperatura de salida del aire del condensador en °C, T_e temperatura de entrada del aire del condensador en °C, A área del colector en m^2 y I_i intensidad de la radiación instantánea W/m^2.
En la Ver Fig. 5 se observa la curva de radiación sobre el plano del Colector, para el día 19 de agosto del 2018. En el mediodía solar la radiación

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

incidente en el plano del colector alcanza los 1000 W/m^2

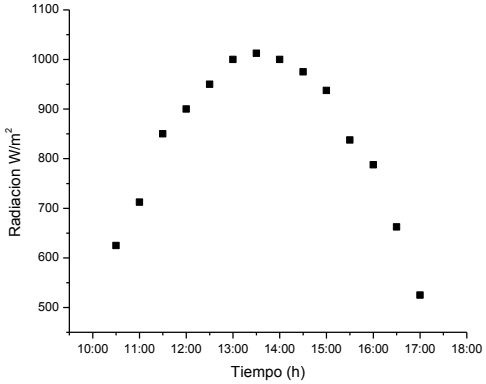


Figura 5: Curva de radiación en el plano del colector para el día 19 de agosto 2018

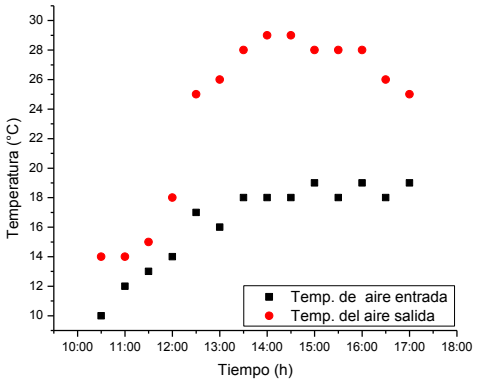


Figura 6: Curva de temperatura del aire en el condensador, con alcohol etílico como fluido de trabajo.

La variación de la temperatura a la entrada y salida del colector en un día de ensayo para el alcohol etílico, nafta súper, agua destilada. Se pude apreciar que el incremento de temperatura máximo del aire a la entrada y salida del colector de logra unos minutos luego del mediodía solar lo cual indica la inercia térmica del equipo ensayado, además los valores que se obtienen son: empleando como fluido de trabajo alcohol etílico, el día 27 julio, $\Delta T_{(máx.)}$=9°C con una velocidad del aire de v_a=1,2m/s ver Fig. 6; empleando como fluido de trabajo nafta súper, el día 25 julio, $\Delta T_{(máx.)}$=11°C con v_a=1,3m/s (figura 7) y empleando como fluido de trabajo agua destilada, el día 5 de abril, $\Delta T_{(máx.)}$=12,4°C, con v_a=1,2m/s ver Fig. 8.

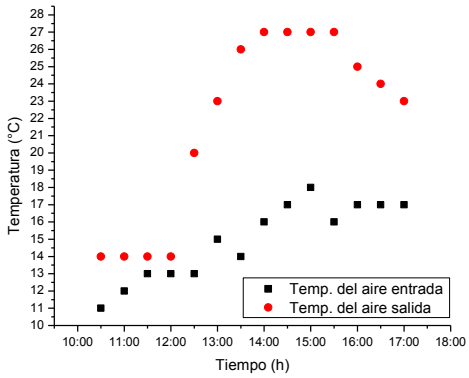


Figura 7: Curva de temperatura del aire en el condensador, con nafta súper como fluido de trabajo.

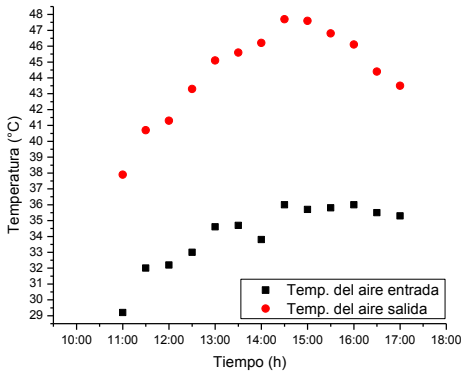


Figura 8: Curva de temperatura del aire en el condensador, con agua destilada como fluido de trabajo

Empleando la ecuación (1) se calculó el rendimiento instantáneo del colector para e1 27 julio, empleando como fluido de trabajo alcohol etílico, se logró un rendimiento promedio del orden del 55%, los valores alcanzados se durante las horas de ensayo se observan en la Fig. 9. En la Fig. 10 se muestra el rendimiento instantáneo del colector, empleando como fluido de trabajo nafta súper para el 27 julio, el colector alcanzo un rendimiento promedio del orden del 70%, pero con valores de rendimiento instantáneo muy dispersos durante las horas de ensayo. En la Fig. 11 se

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

observa el rendimiento instantáneo del colector, empleando como fluido de trabajo agua destilada para el 5 de abril, se alcanzó un rendimiento promedio del orden del 70%, donde el agua destilada como fluido de trabajo muestra un desempeño uniforme. Esta uniformidad en el despeño se atribuye a su elevado calor específico, así como su elevado calor latente de vaporización.

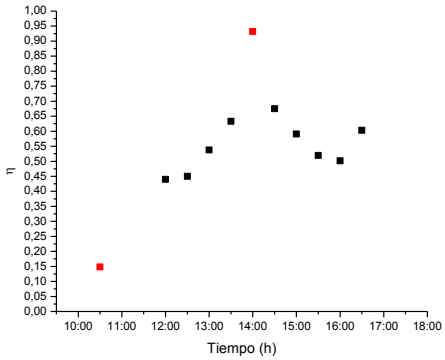


Figura 9: Curva de rendimiento del colector, con alcohol etílico como fluido de trabajo.

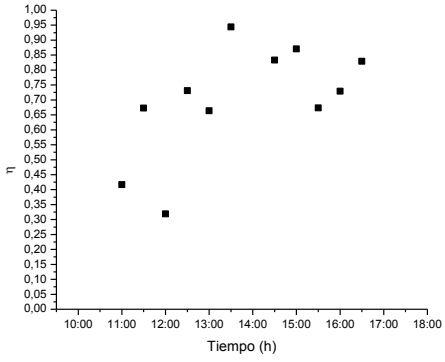


Figura 10: Curva de rendimiento del colector, con nafta súper como fluido de trabajo.

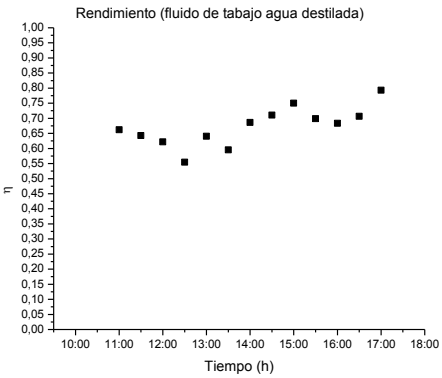


Figura 11: Curva de rendimiento del colector, con agua destilada como fluido de trabajo.

4 CONCLUSIÓN

El colector solar de placa plana ensayado con diferentes fluidos de trabajo mostro que existen diferencias entre los fluidos ensayados, siendo el agua el fluido de trabajo que mostró un desempeño más uniforme con un rendimiento del orden 70%. Esta uniformidad se atribuye a las propiedades termodinámicas del agua, ocasionando que las variaciones ambientales que ocurrieron durante el ensayo, no afecto en forma significativa el rendimiento del colector con este fluido de trabajo. Los valores de rendimiento obtenidos para los distintos fluidos de trabajo se condicen con valores de ensayos anteriores, donde un equipo con características constructivas similares en el cual se empleó agua como fluido de trabajo, logra eficiencias del orden del 70% Gomez Khairallah (2017); mientras que el ensayo de un equipo de mico tubos planos de aluminio, en el cual se emplea como fluido de trabajo agua, rendimiento del colector alcanza valores del 70% Zhu (2015).
El incremento de temperatura del aire que atraviesa la región de condensación para los distintos fluidos ronda los 10°C en los distintos días de ensayo, estas diferencias de temperatura del aire a la entrada y salida del colector solar de placa plana, hace auspicioso el empleo modular de estos colectores en acondicionamiento domiciliario y en el secado de productos agropecuarios, ya que el equipo permite configurar dos tipos de arreglos: si se requiere un mayor caudal de aire caliente, se ubican los colectores en paralelo y si se requiere mayor temperatura del aire

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

a la salida del último colector los colectores se ubicarían en serie.

5 REFERENCIAS

Chaudhry H, B. Hughes, S. Ghani, A *review of heat pipe systems for heat recovery and renewable energy applications,* Renewable and Sustainable Energy Reviews 16, pp 2249– 2259, 2012.

Greeley, Dennis N. *Design and thermal performance testing of a heat pipe flat plate solar collector,* 1977.

Duffie J., W. Beckman *Solar Engineering of Thermal Processes,* John Wiley & Sons, E.E.U.U, 2013.

Gomez Khairallah A., C. Cattaneo , S. Togo, E. Biasoni, U. Gomez Khairallah . *Colector solar de placa plana heat pipe wickless para calentamiento de aire,* ISBN 978-987-1896-84-4, 13-15, 2017.

Huang, Guanghan, et al. *Thermal Characterisation of Micro Flat Aluminium Heat Pipe Arrays by Varying Working Fluid and Inclination Angle.* Applied Sciences, vol. 8, no 7, p. 1052, 2018.

Lee, Ho Sung. *Thermal design: heat sinks, thermoelectrics, heat pipes, compact heat exchangers, and solar cells.* John Wiley & Sons, 2010.

Mozumder, A. K., et al. *Performance of Heat pipe for different Working fluids and Fill ratios. Journal of Mechanical Engineering*, vol. 41, no 2, p. 96-102, 2010.

Ong, K. S., and W. L. Tong. *Inclination and fill ratio effects on water filled two-phase closed thermosyphon*. Proceedings 10IHPS, Taiwan, 2011.

Peyghambarzadeh, S. M., et al. *Thermal performance of different working fluids in a dual diameter circular heat pipe.* Ain Shams Engineering Journal, vol. 4, no 4, p. 855-861, 2013.

Rassoulinejad-Mousavi, S. M., et al. *Experimental study on thermal behavior of a stainless steel-di water flat plate heat pipe.* World Applied Sciences Journal, vol. 16, no 10, p. 1393-1397, 2012.

Reay, David, Ryan McGlen, and Peter Kew. *Heat pipes: theory, design and applications.* Butterworth-Heinemann, 2013.

Riffat, Saffa, and Xiaoli Ma. *Recent developments in heat pipe technology and applications: a review.* International Journal of Low-carbon Technologies vol. 2, no 2, 162-177, 2007.

ZHU, Ting-ting, et al. *Experimental investigation on the performance of a novel solar air heater based on flat micro-heat pipe arrays (FMHPA).* Energy procedia, vol. 70, p. 146-154, 2015.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Dificultades en la interpretación del concepto Base de un Espacio Vectorial (R^3,+,R,*) desde el punto de vista de la Teoría APOE.

Verón, Claudio A.[1] , Carrazana Constán, Agustín[1]; Herrera, Carlos G[1].

(1) Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.
claudioveron@gmail.com, águstin.carrazana@hotmail.com, cgherrera@tecno.unca.edu.ar

RESUMEN: En este trabajo se investigan dificultades en la construcción del concepto de Base de un Espacio Vectorial en estudiantes del primer año de Ingeniería de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca. La investigación se apoya en la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, Esquema), y se propone identificar las construcciones mentales necesarias para la conceptualización de un objeto matemático y cuáles son los principales obstáculos que enfrentan. En ese sentido y teniendo en cuenta modelos de descomposición genética planteados en investigaciones previas para el concepto en estudio, se analizan construcciones mentales desarrolladas por los alumnos en el estudio del concepto Base de un Espacio Vectorial, considerando a tales efectos el espacio vectorial (R^3, +, R, *), donde se han detectado dificultades en la interpretación geométrica de dependencia lineal, sistema generador y la dimensión del espacio generado por un conjunto de vectores.

ABSTRACT: The aim of this work is to search the difficulties in the construction of the concept of Basis of a Vector space that we can see in students currently in the first year of Engineering in the Faculty of Technology and Applied Sciences of the UNCA. The investigation based on APOS theory (Action-Process-Object-Schema) aims to identify the necessary mental constructions in order to conceptualize a mathematic object and to notice which are the main obstacles to be faced. In this way and having in mind models of genetic decomposition considered previously, the research will analyze mental constructions developed by students while studying the concept of Basis of a Vector space, considering for this purpose the vector space (R3, +, R, *), where difficulties in the geometric interpretation of linear dependency, generating system and dimension of the space generated by a set of vectors, were detected.

Palabras claves: Algebra Lineal, Base, Espacio Vectorial, APOE

Keywords: Linear Algebra, Basis, Vector Space, APOS

1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo integra un proyecto que investiga la forma en que los estudiantes universitarios aprehenden conceptos del Álgebra Lineal, utilizando un análisis desde la teoría Acción-Proceso-Objeto-Esquema (APOE), identificando cuáles construcciones mentales son necesarias para la conceptualización de un objeto matemático y cuáles son los principales obstáculos que enfrentan. El proceso de investigación en esta teoría se fundamenta en un modelo cognitivo mediante el cual un estudiante puede construir un esquema matemático, llamado descomposición genética. Esta consiste en una hipótesis, sobre una descripción detallada de las construcciones que los estudiantes pueden hacer para aprender un tema matemático en particular. En este sentido se han realizado estudios que analizan las construcciones mentales de diferentes conceptos del Álgebra Lineal como por ejemplo (Oktac, 2010) quienes realizan un análisis teórico de las construcciones involucradas en la solución de sistemas de ecuaciones lineales, espacio vectorial, base de un espacio vectorial, transformaciones lineales. Por su parte Parraguez et.al (2014) analizan las construcciones del concepto Combinación Lineal de Vectores desde el punto de vista de la teoría APOE, y también el uso del mismo concepto desde la perspectiva de una célula generadora involucrando conceptos asociados. El concepto de espacio vectorial desde el punto de vista de la teoría APOE es estudiado para analizar el camino de construcción del concepto por parte de los estudiantes (Parraguez et al., 2014). En (Ku et al., 2008) se plantea una descomposición genética del concepto Base de un Espacio Vectorial y se analizan posibles construcciones mentales asociadas al objeto.

En relación al curso de Algebra Lineal que se dicta en las carreras de Ingeniería de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca, se observan dificultades en la construcción del concepto, especialmente en lo referido al concepto de dimensión de un espacio vectorial y sus correspondiente subespacios de dimensiones menores. Es así que para el caso del espacio vectorial (R^3, +, R, *) interesa saber si el alumno interpreta geométricamente los diferentes subespacios y sus respectivas dimensiones.

En ese sentido se plantea como objetivo del trabajo el análisis de las dificultades que presentan los alumnos en la construcción del concepto base de un espacio vectorial en (R3, +, R, *) desde el punto de vista de la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, Esquema).

2 MARCO TEÓRICO

Esta investigación está fundamentada en la teoría APOE (Acción, Proceso, Objeto, Esquema) Dubinsky (1991). El proceso de investigación, en esta teoría, conlleva el realizar un modelo cognitivo mediante el cual un estudiante puede construir un concepto matemático, llamado descomposición genética. Esta consiste en una hipótesis, sobre una descripción detallada de las construcciones que los estudiantes pueden hacer para aprender un concepto. La descomposición genética se pone a prueba con los estudiantes y los datos que se obtienen, se pueden emplear para refinarla, a fin de dar cuenta de mejor manera de las construcciones de los estudiantes al aprender dicho concepto Dubinsky (1991), y también se puede utilizar como una guía, en el diseño de material didáctico. En ese sentido, el conocimiento matemático de un individuo, es su tendencia a responder a las situaciones problemáticas, reflexionando sobre ellas y construyendo o reconstruyendo acciones, procesos y objetos matemáticos y organizarlos en esquemas, a fin de manejar las situaciones Dubinsky (1996). Se mencionan las estructuras mentales denominadas: acción, proceso, objeto y esquema, que constituyen la parte primordial de esta teoría. Una acción consiste en una transformación de un objeto, que es percibida por el individuo como externa, y se realiza como una reacción a sugerencias que proporcionan detalles de los pasos por seguir. Cabe recalcar que la construcción de acciones viene a ser crucial al inicio de la construcción de un concepto. Cuando una acción, o una serie de acciones se repite y el individuo reflexiona sobre ellas, se puede interiorizar en un proceso. Así, el individuo puede pensar en un concepto en términos generales y no precisa hacer cálculos explícitos. Este sujeto, también es capaz de incorporar estas acciones a su conocimiento, y decide llevarlas a cabo por su propia cuenta, sin necesidad de indicaciones externas. Cuando un individuo reflexiona sobre las operaciones aplicadas a un proceso como un todo, realiza las transformaciones, ya sean acciones o procesos, que pueden actuar sobre él y puede construir de hecho esas transformaciones, entonces, ha logrado encapsular este proceso en un objeto (Asiala,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1996). Con respecto al logro del último nivel, denominado esquema, se puede decir que un esquema para un concepto en matemática, es una colección coherente de acciones, procesos y objetos y otros esquemas relacionados entre sí, consciente o inconscientemente en la mente de un individuo, que se pueden utilizar en una situación problemática, que tiene relación con ese concepto matemático (Trigueros, 2005). La coherencia, se refiere a que el estudiante puede decidir si alguna situación matemática se puede trabajar utilizando el esquema.

En la teoría APOE se parte de un análisis de los conceptos matemáticos, en el que se ponen de relieve las construcciones cognitivas que pueden ser requeridas en su aprendizaje. A este análisis se le conoce como descomposición genética del concepto; es decir: una descomposición genética parte del análisis de las construcciones que el sujeto hace, conforme aprende el concepto matemático, en términos de lo que es observable. En el presente trabajo se presenta un modelo de descomposición genética del concepto Sistemas de Ecuaciones Lineales en R3, teniendo en cuenta, que se trata de un curso de Algebra Lineal correspondiente al ciclo básico de carreras de Ingeniería, y que el tema está ubicado temporalmente en el currículo en la tercera semana de clases sobre un total de treinta, es decir al principio del cursado de la asignatura, después del tema matrices y en paralelo al curso de Geometría Analítica, donde se estudian las ecuaciones de la recta y el plano en R3.

Se utilizará el modelo de Descomposición Genética propuesto en (Ku et al, 2008), quiénes plantean que para que el alumno construya el concepto de base de un espacio vectorial debe haber alcanzado una concepción proceso del concepto de Espacio Vectorial, lo mismo que haber alcanzado una concepción proceso del concepto de dependencia lineal y de conjunto generador de un espacio vectorial, cuya coordinación permite alcanzar una concepción proceso del concepto base de un espacio vectorial. "Los procesos anteriores pueden coordinarse en un nuevo proceso en el que se verifica si los vectores de un conjunto dado son linealmente independientes y se determina cuáles vectores de un espacio vectorial se pueden generar a partir de ellos. Este proceso incluye también el decidir si dichos vectores son los indispensables para generar a todos los elementos de un espacio vectorial determinado. Este proceso se encapsula, como un todo, en un objeto relacionado con el espacio vectorial: la base, que permite al estudiante, por una parte, caracterizar el espacio vectorial y, por la otra, ejercer sobre él nuevas acciones, como por ejemplo, compararlo con otras bases y conjuntos, tomarlo como punto de partida para cambiar de base, etcétera." (Ku, 2008)

3 METODOLOGÍA

La investigación se realizó durante el cursado de la asignatura Algebra que corresponde al Ciclo Básico de las carreras de Ingeniería en Agrimensura, Electrónica, Informática y de Minas de la Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas de la Universidad Nacional de Catamarca. Se trata de una investigación de carácter descriptivo "ya que busca especificar propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis" Dankhe (1986) citado por Hernández Sampieri et.al. (1998). Desde el punto de vista temporal es una investigación de carácter transversal ya que se considera un instante determinado durante el cursado de la asignatura para poner en práctica el instrumento de recolección de datos. La población consistió en alumnos de primer año de las carreras mencionadas y como unidad de análisis se consideraron 23 alumnos que no sean reinscriptos y que no hayan cursado carreras afines a las ciencias exactas previamente.

Se utilizó como instrumento de recolección de datos un cuestionario que consistió en la realización de tres actividades relacionadas con el tema en estudio. El objetivo del instrumento fue determinar los niveles de acción, en el marco de la teoría APOE, para los temas involucrados en la descomposición genética del concepto base de un espacio vectorial. Este instrumento consistió en las siguientes actividades:

Actividad 1: indique, justificando su respuesta, cuál de los siguientes conjuntos de vectores correspondientes al espacio vectorial (R3, +, R, *) son linealmente independientes o linealmente dependientes.

a) A={(1,-1,2); (0,1,1)}
b) B={(1, 0, 1); (1,1,0); (2, 0, 2)}
c) C={(1, 0, 1); (1,1,0); (0, 1, 1)}
d) D={(1, 0, 1); (1,1,0); (0, 1, 1); (1,1,1)}

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

e) E=={(1, 0, 1); (0,0,0)

El objetivo de esta actividad es determinar si el alumno alcanza una concepción proceso del concepto "Dependencia Lineal de un conjunto de vectores", ya que requiere conocimientos teóricos para poder resolver la situación utilizando la menor cantidad de operaciones posibles.

Actividad 2: Sea el espacio vectorial $W = \{(x, y, z) \in R^3 / x + y - z = 0\}$
Indique si el conjunto de vectores A ={ (1, 0, 1); (0, 1,1); (2, -1,1)} genera W.
Indique, justificando su respuesta si los vectores del conjunto A son Linealmente Independientes o Linealmente Dependientes.
Objetivo de la actividad consiste en determinar si el alumno alcanza una concepción proceso en el concepto "Conjunto generador de un espacio vectorial". El Segundo apartado permite indagar si el alumno reconoce a el Conjunto W como un subespacio de (R^3, +, R, *) de menor dimensión, y por lo tanto si logra relacionar la dimensión del espacio con el concepto de Dependencia Lineal.

Actividad 3: Sea el espacio vectorial $W = \{(x, y, z) \in R^3 / x + y - z = 0\}$
Indique una base y dimensión de W. Interprete geométricamente W.
Es posible generar W con solo dos vectores del conjunto A ={ (1, 0, 1); (0, 1,1); (2, -1,1)}. Justifique su respuesta.
Esta actividad es complementaria de la Actividad 2, ya que también se busca indagar la relación entre los conceptos "Dependencia Lineal", "Dimensión de un espacio vectorial" y la interpretación geométrica del espacio W, que a su vez es subespacio vectorial de (R^3, +, R, *)

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presenta en primer lugar un análisis cuantitativo de las respuestas de los alumnos correspondientes a las tres actividades planteadas. En Tabla 1 se presentan las frecuencias de respuestas correctas, incorrectas y apartados sin responder de la primera actividad planteada.

Tabla 1. Frecuencias de respuestas de alumnos.
Actividad 1 del Instrumento de Recolección de Datos

CATEGORÍA DE RESPUESTAS	ACTIVIDAD 1				
	1A	1B	1C	1D	1E
CORRECTAS	16	17	11	17	19
INCORRECTAS	7	6	12	5	4
SIN RESPONDER	-	-	-	1	-

Con respecto a la primera actividad planteada, donde los alumnos debían indicar si un conjunto de vectores es Linealmente Independiente o Dependiente, las frecuencias de respuestas correctas son diferentes de acuerdo a cada uno de los apartados. De las respuestas correctas se observa que aplican correctamente los teoremas relacionados con el concepto en estudio como así también es correcta la realización de cálculos en el caso que no se identifique inicialmente si un vector es combinación lineal de los otros como en el apartado C. Del análisis de respuestas incorrectas se observan diferentes categorías de errores como los siguientes:
* Un grupo de cuatro alumnos realiza cálculos en todos los apartados, lo que indica que no dominan los teoremas relativos a Dependencia Lineal.
* Otro grupo de alumnos presenta dificultades en determinar si un conjunto de "n" vectores son linealmente dependientes en un espacio de dimensión "k" si n > k, apartado D de la actividad.
En Tabla 2 se presentan las frecuencias de respuestas de la segunda actividad desarrollada.

Tabla 2. Frecuencias de respuestas de Alumnos.
Actividad 2 del Instrumento De Recolección de Datos

CATEGORÍA DE RESPUESTAS	ACTIVIDAD 2	
	2A	2B
CORRECTAS	15	12
INCORRECTAS	6	8
SIN RESPONDER	2	3

Actividad 2: De esta actividad 15 alumnos responden correctamente si el conjunto de vectores A ={ (1, 0, 1); (0, 1,1); (2, -1,1)} genera el espacio vectorial $W = \{(x, y, z) \in R^3 / x + y - z = 0\}$, realizando cálculos correctos para obtener su

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

respuestas. Por otro lado 12 alumnos responden que el conjunto de vectores A es linealmente dependiente, justificando la respuesta al apartado "B" de distintas maneras.
Tres alumnos realizan la combinación lineal igualada al vector nulo y resuelven el sistema.
Tres alumnos responden que se trata de tres vectores que generan un espacio de dimensión 2, por lo tanto son linealmente dependientes.
Dos alumnos responden que un vector de A es combinación lineal de los otros vectores del conjunto A.
Cinco alumnos analizan la matriz reducida del apartado "a" del ejercicio y en función de ello determinan que los vectores son LD. Por ejemplo responden "son LD por que la matriz es singular", "Son LD por que se anula una fila".
Un grupo de alumnos presenta dificultades en identificar correctamente a W como subespacio de R3 de dimensión dos. "Generan R^3"
Se observa una marcada tendencia a la resolución matricial del Segundo apartado de esta actividad, no deducen que son tres vectores que generan un espacio vectorial de dimensión 2 son linealmente dependientes lo que implica falta de interpretación del concepto de dimensión de un espacio vectorial.

Tabla 3. Frecuencias de respuestas de Alumnos. Actividad 3 del Instrumento de Recolección de Datos

CATEGORÍA DE RESPUESTAS	ACTIVIDAD 3	
	3A	3B
CORRECTAS	12	9
INCORRECTAS	7	7
SIN RESPONDER	4	7

Con respecto al primer apartado de esta actividad, doce alumnos responden correctamente deduciendo una base del espacio vectorial W, siete alumnos lo hacen incorrectamente, y cuatro alumnos no responden. Con respecto al Segundo apartado donde se solicita que respondan si dos vectores pueden generar el espacio W, nueve alumnos responden correctamente, siete lo hacen incorrectamente y siete alumnos no responden. De los alumnos que responden correctamente el primer apartado, cinco responden incorrectamente o no responden el apartado B de esta actividad. Se evidencia también en este caso un grupo de alumnos que no ha logrado alcanzar una concepción Objeto de Sistema generador y dimensión de un espacio vectorial. Si bien obtienen correctamente la base del espacio W, tienen dificultades para responder si solo dos vectores del conjunto A que tiene tres vectores pueden generar W, es decir de interpretación geométrica del conjunto W.

5 CONCLUSIONES

Un reducido grupo de estudiantes observa una concepción *objeto* del concepto de base de un espacio vectorial, porque no ha alcanzado concepciones proceso y coordinado los conceptos de dependencia lineal y conjunto generador de un espacio vectorial, mientras que un grupo mayor tiene dificultades de coordinación de los conceptos involucrados en la descomposición genética de Base de un Espacio Vectorial especialmente en el concepto de dimensión, ya que no logran aplicar correctamente los teoremas sobre dependencia e independencia lineal en el espacio W de dimensión 2 que es subespacio de (R^3, +, R, *). Otro grupo de alumnos no logra alcanzar la concepción proceso en los temas "Conjunto Generador" y "Dependencia Lineal", lo que implica que no pueden coordinar los mismos para la construcción del concepto de Base de un Espacio Vectorial.
Este primer análisis permite identificar cuáles son las mayores dificultades de los alumnos en la construcción de un objeto matemático, permitiendo un proceso de revisión y refinamiento de la Descomposición Genética adoptada, y las respectivas estrategias didácticas en el proceso de enseñanza aprendizaje.

6 REFERENCIAS

Asiala, M., Brown, A., DeVries, D. J., Dubinsky, E., Mathews, D., & Thomas, K. . A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education. *Maa* Notes, 37-54. 1996.

Dubinsky, E. McDonald. M.. APOS: A Constructivist Theory of Learning in Undergraduate *Mathematics Education Research*. New ICMI Study Series. 1991

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Dubinsky, E. Aplicación de la perspectiva piagetiana a la educación matemática universitaria. *Educación matemática*, 8(3), 24-41. 1996.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. . *Metodología de la Investigación*. Segunda Edición. Mc. Graw – Hill. México. D.F. 1998,

Kú, D., Trigueros, M., & Oktaç, A. . Comprensión del concepto de base de un espacio vectorial desde el punto de vista de la teoría APOE. *Educación matemática*, 20(2), 65-89. 2008

Oktaç, A., & Gaisman, M. T. . ¿ Cómo se aprenden los conceptos de álgebra lineal?. RELIME. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 13(4), 373-385. 2010

Parraguez González, M., & Uzuriaga López, V. L. . Construcción y uso del concepto combinación lineal de vectores. *Scientia et Technica*, 19(3). 2014

Trigueros, M. . La noción de esquema en la investigación en matemática educativa a nivel superior. *Educación matemática*, 17(1). 2005

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tratamientos pregerminativos en *Capsicum chacoense* Hunz.

Díaz, Rita A[1]; Palacio, Manuel O[1]; Roger, Enrique[1] y Vecchioli, Sergio O.[1]

(1)Jardín botánico "Ing. Lucas D. Roic", Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. ritad.674@gmail.com

RESUMEN: Las plantas nativas son una importante fuente de recursos alimenticios, medicinales, forrajeros, etc., pero en muchas de ellas se desconocen las estrategias de domesticación. Por ejemplo *Capsicum chacoense* Hunz, es un arbusto autóctono de la flora santiagueña, vulgarmente conocido como "ají del monte", empleado en gastronomía y medicina popular, el cual no ha sido objeto de estudios respecto a las técnicas más eficaces para su propagación en vivero. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes tratamientos pregerminativos sobre las semillas con el fin de generar información útil para su producción en viveros. Los tratamientos probados fueron: T1 (testigo), T2 (remojo en agua a temperatura ambiente durante 24h) y T3 (remojo en agua a 40ºC hasta alcanzar temperatura ambiente). Los ensayos se realizaron en cámara de germinación, y en vivero bajo condiciones normales. Se calculó porcentaje (PG) y tasa media de germinación (TMG). En cámara y en vivero el mayor porcentaje de germinación correspondió a T2- remojo en agua a temperatura ambiente durante 24h (41,25% y 46,25% respectivamente). En cuanto a la TMG, en cámara y en vivero los valores más altos correspondieron al T3 (14,65 y 13,27). Este trabajo demostró que el mejor tratamiento pregerminativo, tanto en cámara de germinación como en vivero, fue el remojo en agua durante 24h a temperatura ambiente.

ABSTRACT: Native plants are an important source of food, medicinal, forage, etc., but in many of them the domestication strategies are unknown. For example Capsicum chacoense Hunz, is an native shrub of the flora of Santiago, commonly known as "ají del monte", used in gastronomy and folk medicine, which has not been the subject of studies on the most effective techniques for its propagation in nursery . The aim of this study was to evaluate the effect of different pregerminative treatments on seeds in order to generate useful information for their production in nurseries. The treatments tested were: T1 (control), T2 (soaking in water at room temperature for 24h) and T3 (soaking in water at 40ºC until reaching room temperature). The tests were carried out in the germination chamber and in the nursery under normal conditions. Percentage (PG) and mean germination time (TMG) were calculated. In chamber and nursery, the highest percentage of germination corresponded to T2- soaking in water at room temperature for 24 hours (41.25% and 46.25% respectively). Regarding the TMG, in camera and nursery, the highest values corresponded to T3 (14.65 and 13.27). This work showed that the best pregerminative treatment, both in the germination chamber and in the nursery, was soaking in water for 24 hours at room temperature.

Palabras claves: tratamientos pregerminativos, plantas nativas, Capsicum

Keywords: pregerminative treatments, native plants, Capsicum

1 INTRODUCCION

Capsicum chacoense Hunz. es un arbusto bajo, de 0,4 a 0,8 m de altura, muy ramificado, con ramas divaricadas y hojas alternas, angostamente aovadas a elípticas y con ápice acuminado (Figura 1). Sus flores son solitarias, blancas y frutos tipo baya, elipsoideos de color rojo cuando maduros y de sabor picante, con los pedicelos erectos. Las semillas son de color castaño claro, con el episperma apenas foveolado (Figura 2). Especie propia de la Región Chaqueña, se extiende desde Bolivia y Paraguay hasta el centro de Argentina. En nuestro país se encuentra en las provincias de Catamarca, Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Salta, Santa Fe, Santiago del Estero, San Juan, San Luis y Tucumán. (Novara et al, 2010; Roic y Villaverde 2007, Zuloaga et al 2017). En Santiago del Estero es frecuente en bosques de llanura y de serranía como componente de la flora nativa, creciendo bajo la protección de especies arbóreas, formando parte del sotobosque.

Su amplia distribución en territorio argentino hace que reciba numerosos nombres comunes o vernáculos, tales como "ají de la mala palabra", "ají del campo, "ají cumbarí", "ají putparió", "aguara ki'i (izoceño-guaraní: ají del zorro), Chemaxadaic (toba), Cumbarí (guaraní), Hayoj-ka-pohnon (wichí: ají del tigre), "picante del campo", "ají quitucho", "putaparió", "yulupique", entre otros (Roic y Villaverde 2007, UMSA 2002, Martinez & Cúneo 2009, Suarez, 2011, Novara et al 2010).

Como muchas otras especies de la flora autóctona que contribuyen al desarrollo de prácticas productivas y sociales de poblaciones rurales en Santiago del Estero (Palacio, 2015), los frutos del "ají del monte" son profusamente empleados en la preparación de comidas típicas, para aprovechar su sabor picante (Carrizo y Palacio, 2013). Esta condición le otorga valor entre la población campesina, que recolecta sus frutos cuando están maduros. Con frecuencia sus frutos son comercializados en los mercados y ferias de la Capital y principales ciudades de Santiago del Estero. Esta situación muestra la conveniencia de definir estrategias que promuevan el cultivo de esta especie en las huertas familiares, sea para su consumo o para la comercialización, por lo cual resulta imprescindible contar con información relacionada con sus técnicas de cultivo, la cual es escasa y no está disponible para los interesados en su producción.

Otros autores han registrado usos similares en otras regiones y también aplicaciones en medicina popular (Scarpa 2009 y Barbosa 2006).

En medicina popular las frutas secas seccionadas longitudinalmente, se aplican sobre las partes afectadas para calmar dolores reumáticos y disolver moretones (Martínez Crovetto, 1981; INCUPO, 1998).



Figura 1. *Capsicum chacoense, a*specto general de un ejemplar con frutos maduros e inmaduros

Por otra parte, Galmari (2007), señala la importancia de las especies argentinas de *Capsicum* en planes de mejoramiento, no solo como posibles fuentes de resistencia a enfermedades sino también para incrementar el contenido nutricional, por lo que es necesario trabajar en su conservación y caracterización genética.

La propagación de las plantas puede llevarse a cabo mediante dos vías: una sexual y otra asexual o agámica. La mayoría de las plantas se reproducen por medio de sus semillas, las que sembradas en condiciones necesarias se producirá la germinación dando origen a nuevas plantas.

El empleo de técnicas que aceleren los tiempos de germinación o bien que incrementen el número de semillas germinadas, son prácticas muy importantes y especialmente utilizadas en la producción de plantas en viveros. En este sentido, los tratamientos pre-germinativos son técnicas

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

aplicadas a las semillas para mejorar los tiempos y/o los porcentajes de germinación. (Pérez García y Pita Vilamil, 1994; De la Cuadra, 1993).
Existen distintos tipos de tratamientos pre-germinativos entre los cuales se pueden mencionar la escarificación, remojo en agua, estratificación y tratamientos hormonales. La escarificación consiste en romper las cubiertas duras de ciertas especies y puede ser de dos tipos: química y la mecánica. La primera emplea diferentes productos químicos (ácido sulfúrico concentrado, o ácido clorhídrico), que luego de aplicados se lavan en agua corriente para remover el exceso. La escarificación mecánica consiste en romper la cubierta mediante rayado o alteración física, sin tocar el embrión, con material abrasivo como papel de lija, o bien mediante una pequeña incisión en el tegumento favoreciendo de esta manera la penetración del agua. Otro tratamiento muy utilizado es el remojado en agua o lixiviación, en el cual las semillas son colocadas en agua a distintas temperaturas. El tiempo de remojo puede variar desde algunos minutos, hasta 12, 24, 48 y 72 hs. Estos tratamientos en húmedo combinan dos efectos, el de ablandar la cubierta dura y el de extraer por lixiviación los inhibidores químicos. La estratificación, consiste en remojar las semillas por 12 a 24 horas y luego colocarlas entre capas de arena húmeda y vermiculita, sometiéndolas a periodos de frio, para simular el periodo de latencia. Finalmente es frecuente el uso de *hormonas* y otros estimulantes químicos para favorecer la germinación, tales como el nitrato de potasio, etileno, ácido giberélico y citoquininas. Estas sustancias se emplean a diferentes concentraciones y tiempos de remojo, dependiendo de la especie de que se trate. (Varela y Arana 2011, FAO 1991)



Figura 2. *Capsicum chacoense,* frutos y semillas.

2 MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en el Jardín Botánico "Ing. Lucas D. Roic", de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (FCF-UNSE).
Las semillas empleadas en los ensayos fueron colectadas en bosques nativos del Departamento Banda y provistas por mujeres productoras rurales radicadas en la localidad de Clodomira y áreas adyacentes, departamento Banda, Santiago del Estero; luego de su colecta fueron conservadas en frascos de vidrio a bajas temperaturas hasta el momento de la siembra. (Beider, 2012)
Se evaluaron tres tratamientos pregerminativos, tanto en condiciones controladas (cámara de germinación) y vivero, los cuales fueron:
T1: Testigo
T2: Remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas
T3: Remojo en agua a 40ºC hasta alcanzar temperatura ambiente
En cámara de germinación, el ensayo se realizó bajo condiciones controladas con fotoperiodo de 12h de luz/oscuridad y un rango de temperatura entre 25º y 30ºC. El ensayo en vivero se realizó en condiciones normales (al aire libre y con protección de mediasombra) y riego periódico (Figura 3).

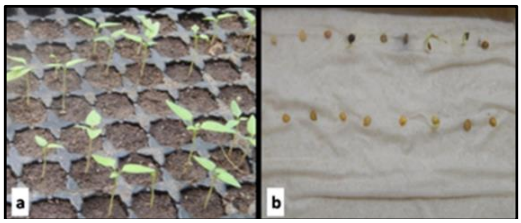


Figura 3. Germinación de *Capsicum chacoense*. **a.** Vista del ensayo en vivero, (speedlings). **b.** Vista del ensayo en cámara (bandejas).

En ambos casos, el diseño experimental fue completamente aleatorizado con 4 repeticiones de 20 semillas cada una. La siembra en cámara se realizó en toallas de papel humedecidas con agua destilada colocadas sobre bandejas. En vivero, la siembra se realizó en speedlings de 288 celdas, colocando una semilla por celda y utilizando mantillo como sustrato. Durante el ensayo en vivero, la temperatura ambiente varió entre 22 y 23 °C.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Se realizaron conteos diarios y se consideró que la semilla había germinado cuando la radícula alcanzo 2/3 de la longitud de la semilla (en cámara) y cuando se produjo la emergencia de cotiledones (en vivero). (Figura 4)



Figura 4. Plántulas de *Capsicum chacoense* obtenidas en cámara.

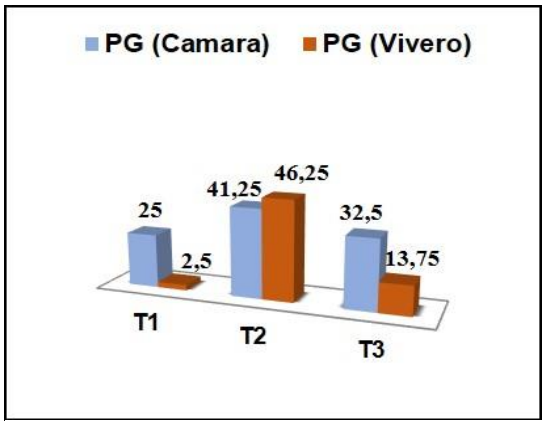


Figura 5. Porcentajes de Germinación (PG) de semillas de *Capsicum chacoense* en ensayos en cámara y en vivero

En forma previa a la aplicación de los tratamientos se desinfectaron las semillas con hipoclorito de sodio al 5% durante 5 minutos, inclusive las semillas que no fueron tratadas (testigo).

Parámetros evaluados

Los parámetros evaluados, se calcularon según las siguientes formulas (García Huidobro et al., 1982):

Porcentaje de germinación, definido como el número asociado a una razón, que representa una cantidad dada como una fracción en 100 partes.

$$PG = \frac{(ni*100)}{N} \qquad (1)$$

Donde PG = porcentaje de germinación; ni = número de semillas germinadas en el día i; N = total de semillas sembradas;
Tasa media de germinación (TMG):

$$TMG = [(x1 \times d1) + (x2 \times d2) + \cdots + (xn \times dn)] \div Xn \qquad (2)$$

Donde:
x1, x2,…,xn: Semillas germinadas en el día 1, 2,….30.
d1, d2,…, dn: Días de incubación.
Xn: Número total de semillas germinadas en el día 30.

Los resultados se analizaron mediante ANOVA y prueba de diferencia de medias mediante el Test de Tukey (α=.05), utilizando software *Infostat* versión libre.

3 RESULTADOS

Tanto en cámara como en vivero, el mayor porcentaje de germinación (PG) correspondió al Tratamiento 2, esto es remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 hs. (Figura 5). Salvo para el Testigo (T1) los valores de PG fueron mayores para la siembra en vivero.
En relación a la TMG (tasa media de germinación) los valores más bajos en cámara de germinación correspondieron también al Tratamiento 2, mientras que en vivero, la TMG más baja correspondió al Testigo (T1) seguido del Tratamiento 2
En la Tabla 1 se muestran los valores de PG y TMG para cada tratamiento, en condiciones controladas (Cámara de germinación) y sin controlar (vivero).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

TRATAMIENTO	CAMARA		VIVERO	
	TMG	%	TMG	%
T1-Testigo	13,95	25	11	2,5
T2-Remojo 24 h	12,82	41,25	11,97	46,25
T3-Remojo 40ºC	14,65	32,5	13,27	13,75

Tabla 1. Poder germinativo (PG) y Tasa media de germinación (TGM) para cada tratamiento en de cámara y vivero.

El análisis estadístico demostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la TMG, en cámara y en vivero.

4 CONCLUSIONES

En términos generales, los resultados muestran que los tratamientos pregerminativos inciden positivamente en la germinación de semillas de "ají del monte", por lo cual es recomendable su empleo en la producción de plantines de esta especie.

Tanto en el ensayo bajo condiciones controladas como en vivero, es claro que Tratamiento Remojo en agua durante 24 horas (T2), induce a un aumento en el porcentaje de germinación en *Capsicum chacoense*, por lo cual puede ser recomendado como una alternativa para los viveristas interesados en la producción de esta especie.

A partir de la experiencia se puede generar información importante para los interesados en la producción de *Capsicum chacoense* con fines diversos y orientar a nuevos ensayos con otros tratamientos pregerminativos en vistas a mejorar los resultados obtenidos.

5 BIBLIOGRAFIA

Barboza G.E., J.J. Cantero, C.O. Núñez, L. Ariza Espinar. Flora medicinal de la provincia de Córdoba (Argentina). Museo Botánico Córdoba, Argentina. 2006.

Beider, A. 2012. Viverización de especies nativas. Experimentia 2. Grupo de geobotánica y Fitogeografía- IADIZA–CONICET. Mendoza, Argentina. 1-68 p.

Carrizo, E. y M. O. Palacio. Empleo de plantas nativas por poblaciones rurales de Santiago del Estero. En A. S. Albanesi, R. Paz, M. T. Sobrero, S. Helman y S. Rodríguez (Editores). "Hacia la construcción del desarrollo agropecuario y agroindustrial. De la FAyA al NOA". Pág. 269-284. Ediciones Magna. Tucumán, Argentina. 2013.

De la Cuadra, C. Germinación, latencia y dormición de las semillas. Hojas Divulgadoras Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 3 (1): 1-24. Buenos Aires, Argentina. 1993.

FAO. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. Estudio FAO, MONTES. no. 20/2. 1991

INCUPO. Plantas Medicinales del Nordeste Argentino. Sabiduría popular y Validación científica. 1998. Santa Fe.

Argentina. 1-161.

Martínez, G.J. & P. Cúneo. Las denominaciones vernáculas y el conocimiento toba del entorno vegetal. Revista de Dialectología y Tradiciones Populares, Vol. 64, N° 2. Pág. 149-168. Madrid, España, 2009.

Martínez Crovetto, R. 1981. Plantas utilizadas en medicina en el NO de Corrientes. Micelánea Nº 69. Fundación Miguel

Lillo. 1-135.

Novara, A. L., G.E. Barboza, G. Bernandello, A. A. Cocucci y M. Matesevacha. Solanáceas. Flora del Valle de Lerma 10 (3). Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. 2010.

Palacio, M. O. Recursos genéticos, conocimiento popular y desarrollo tecnológico: una mirada a la situación en Santiago del Estero. Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la diversidad biológica. Vol.2 (2). Pág. 69 - 74. Prodiversitas. Buenos Aires, Argentina. 2015.

Pérez García, F. y J. M. Pita Villamil. Dormición de semillas. Hojas Divulgadoras, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2103 (1): 1-20. Buenos Aires, Argentina. 1999.

Roic, L. D. y A. A. Villaverde. Flora Popular Santiagueña: aporte preliminar. Editorial El Liberal, Santiago del Estero, Argentina. 2007

Scarpa, G.F. Etnobotánica médica de los indígenas chorote y su comparación con la de los criollos del Chaco semiárido (Argentina). Darwiniana. vol.47 no.1. Pág. 92-10. Instituto de Botánica Darwinion. Buenos Aires. Argentina. 2009

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

UMSA - FUNDACIÓN KAA-IYA – IRD. PLANTAS DEL CHACO II, Usos tradicionales Izoceño-Guaraní, Santa Cruz, Bolivia. 2002.

Varela, A. S. y V. Arana. Silvicultura en Vivero, Cuadernillo N° 3. Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Serie técnica: "Sistemas Forestales Integrados" Área Forestal - INTA EEA Bariloche. Bariloche, Argentina. 2014

Zuloaga, F.O., M. Belgrano y A.M:R. Anton. Solanaceae En: Barbosa, G. (Coord.). Flora argentina: flora vascular de la República Argentina. Dicotyledoneae. Vol 13. IBODA-IMBIV, CONICET. Buenos Aires, Argentina. 2017.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Análisis preliminar de un CRM para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jujuy

Villarrubia, Laura R.[1]& Hormigo, Dante[1] & Rico, Lía G.[1] & Villarrubia, María F.[1]
Castro, Pablo[1] & Coro, Darío[1] & Villafañe, Juan P.[1] & Burgos, Jesús[1]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy
laura ritavillarrubia@yahoo.com.ar & dfhormigo@gmail.com & ricogalia@gmail.com & marvillisi@gmail.com & leocastro81@gmail.com & dariocoro@gmail.com & juanpablovillaf@gmail.com & jesusburgos22@gmail.com

RESUMEN: Este trabajo expone un análisis preliminar realizado como punto de partida del proyecto de investigación que plantea la construcción de un prototipo de un Customer Relationship Management (CRM) ó sistema basado en la relación con los clientes, aplicado a la Facultad de Ingeniería (FI) de la Universidad Nacional de Jujuy (UNJu)
Para ello se planteó un análisis contextual utilizando la metodología FODA, teniendo en cuenta la "Planificación Estratégica de la Facultad de Ingeniería".
Luego se aplica el análisis CAME para delinear las estrategias que se constituirán en el marco de la solución tecnológica CRM.
El planteo de un CRM para la FI tiene por objetivo la mejora de la experiencia educativa del estudiante en relación con la FI y del egresado con la sociedad.
Se concluye identificando los posibles beneficios que otorga un sistema de estas características a una institución educativa.

ABSTRACT: This work exposes a preliminary analysis carried out as a starting point of the research project that proposes the construction of a prototype of a Customer Relationship Management (CRM) or system based on the relationship with customers, applied to the Faculty of Engineering (FI) of the National University of Jujuy (UNJu)
To do this, a contextual analysis was proposed using the SWOT methodology, taking into account the "Strategic Planning of the Faculty of Engineering".
The CAME analysis is then applied to delineate the strategies that will be established in the framework of the CRM technological solution.
The purpose of a CRM for the FI is to improve the educational experience of the student in relation to the FI and the graduate student with society.
It is concluded by identifying the possible benefits granted by a system of these characteristics to an educational institution.

Palabras claves: CRM - Estudiantes - Estrategias - Educación

Keywords: CRM - Students - Strategies - Education

1 INTRODUCCION

1.1 Planteo del problema

La Facultad de Ingeniería es una institución educativa de nivel superior, que busca mejorar el número de ingresantes, aumentar la retención y con ello lograr mayor cantidad de egresados.
El contexto actual determina procesos de acreditación de carreras que hay que superar y cambios en los enfoques de enseñanza orientándose hacia un enfoque por competencias.
Este trabajo describe la búsqueda de líneas de acción que siguió un grupo de investigación de la FI para dar forma a un proyecto que esté orientado a colaborar de manera concreta con el Plan Estratégico de la misma.
Esta búsqueda se realizó de manera sistemática, usando herramientas estratégicas: un análisis contextual a partir de una matriz FODA, y luego una definición de acciones con la técnica CAME. Al final el análisis arroja un resultado: la posibilidad de construcción de un prototipo CRM, el cual se comienza a plantear y a analizar en forma preliminar.

2 ANALISIS CONTEXTUAL FODA

2.1 Herramienta estratégica FODA

FODA es el acróstico de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas y sirve para realizar un análisis contextual, para emitir un diagnóstico de la organización, empresa, o sistema que sea objeto de estudio.
El FODA nació por los 60'-70', el creador fue Albert S. Humphrey, Ingeniero Químico, norteamericano, fue consultor de empresas especializado en la gestión organizacional y en el cambio cultural de las mismas y trabajó arduamente para responder a la pregunta de qué es bueno y malo para cumplir los objetivos organizacionales (Wikipedia, 2008)
El FODA surge al combinar los factores internos y externos a un sistema con las condiciones de positivo y negativo que pueden ser los mismos para dicho sistema, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Elementos del FODA.

Limite / Factor	Interior	Exterior
Positivo	Fortalezas	Oportuni-dades
Negativo	Debilidades	Amenazas

2.2 Plan Estratégico de la FI

La FI tiene un plan estratégico con una visión, misión y objetivos claramente definidos. Constituyéndose estos en el lineamiento y marco de referencia para comenzar a definir cualquier plan de acción, ya sea orientado al interior o hacia el entorno de la FI, y relacionados con los estudiantes, los planes de estudio, proyectos de investigación, o actividades de extensión, académicas, técnicas, administrativas.
Esto es una fortaleza para la Facultad puesto que el esfuerzo del personal y los recursos se encuentran alineados hacia un objetivo común.
Para el análisis y comprensión de la relación entre la Facultad de Ingeniería y el estudiante se diseña la matriz FODA.
Las fuentes de información para el inicio del análisis FODA son el Plan Estratégico para el período 2018 – 2022 de la FI aprobado por Resolución CAFI Nº 502/17, en el que se expone un diagnóstico de la situación actual y las metas a las que se aspira; y la propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de las carreras de Ingeniería, en la República Argentina "Libro Rojo de CONFEDI" (Plan Estratégico 2018-2022-F.I.-UNJu, 2018)

2.3 Fortalezas

1) Educación no arancelada.
2) Carreras acreditadas por la CONEAU.
3) Sistema de tutorías de pares para ingresantes desde 2006.
4) Laboratorio de idioma de última generación.
5) Incubadoras de emprendedores, que ayudan a que los proyectos sean escalables y sustentables.
6) Jornadas de encuentros entre egresados y estudiantes para la transmisión de conocimiento y experiencias.
7) Sistema de información académica (módulo docente y alumnos del SIU GUARANI).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

8) Expansión de las carreras en el interior de la provincia de Jujuy.
9) Inversión en proyectos de investigación tecnológicos con incorporación de estudiantes.
10) Docentes y estudiantes con alto conocimiento tecnológico.

2.4 Debilidades

1) Baja tasa de graduación de ingenieros.
2) Alto nivel de exigencia en la elaboración de proyectos finales.
3) Escasa transferencia de conocimientos para el desarrollo local y regional.
4) Escasas investigaciones orientadas al desarrollo local.
5) Extensa cursada de carreras (promedio 8 años para carreras de 5 años de duración)
6) Baja eficiencia funcional de unidades académicas.
7) Escasa capacitación del personal administrativo.
8) Falta de una biblioteca virtual de la facultad.
9) Ineficiencia en la gestión de trámites académicos.
10) Atención no satisfactoria al estudiante.
11) Baja tasa de retención originada por factores externos:
12) Contexto social del ingresante.
13) Competencias de ingreso para las carreras científico tecnológicas.
14) Vocación no acorde a la elección de la carrera.
15) Algunos procesos y procedimientos administrativos y académicos no están claramente definidos (por ejemplo, trámite para inicio de la elaboración de una tesis final de grado)
16) Cada área trabaja como un compartimento estanco, se trabaja por área y no por proceso.
17) Falta de difusión de las fuentes de conocimiento generadas por los estudiantes en sus tesinas o trabajos finales.
18) Escasa difusión de los beneficios existentes para estudiantes (becas, jornadas, asistencias a congresos, etc.)

2.5 Oportunidades

1) Reducido poder adquisitivo de las familias.
2) Necesidad de ingenieros en el medio.
3) Realización de diplomados en temas de interés para el desarrollo regional y nacional.
4) Nuevas tecnologías en constante y acelerado avance que demandan el conocimiento y competencias de ingenieros especializados en estos temas.
5) TIC's que facilitan y motivan la realización de proyectos tecnológicos.

2.6 Amenazas

1) Disminución del presupuesto general de la república.
2) Incremento de universidades privadas.
3) Ventajas competitivas de las universidades privadas.
4) Cultura organizacional de la FI no acorde en algunos aspectos al desarrollo tecnológico permanente.

3 PLAN DE ACCION CAME

Con la matriz FODA se realizó un análisis de la situación actual, se logró obtener una lista de elementos que describen la realidad de la FI.
Sin embargo, todavía no se sabe qué acción emprender. El análisis CAME ayuda a definir líneas estratégicas. Es una herramienta muy práctica que canaliza y asienta los resultados del FODA transformándolos en líneas claras de acción.
CAME también es un acróstico, significa Corregir - Afrontar - Mantener - Explotar.

- Corregir las debilidades
- Afrontar las amenazas
- Mantener las fortalezas
- Explotar las oportunidades (Fuentes Abanades, 2018)

3.1 Generación de estrategias desde el FODA con CAME

La generación de estrategias es una tarea difícil y compleja de realizar. Exige experiencia, una visión amplia, conocimiento, intuición, creatividad. Si no se cuenta con estos atributos, el CAME ofrece una alternativa viable para llevar a la práctica esta tarea.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2. Las estrategias surgen al considerar los elementos del FODA de a pares.

Exterior / Interior	Oportuni-dades	Amenazas
Debilidades	(O + D) Corregir debilidades para poder aprovechar las oportunidades Estrategias de reorientacion	(A + D) Afrontar las amenazas sin olvidar las debilidades que tenemos Estrategias de supervivencia
Fortalezas	(O + F) Explotar las oportunidades: Acciones orientadas a convertir las oportunidades en grandes fortalezas Estrategias ofensivas	(A + F) Mantener las fortalezas para enfrentar las amenazas desde una posición fuerte Estrategias defensivas

Es importante considerar cada uno de los elementos del FODA y relacionarlos con alguno de los elementos de alguno de los otros tres tipos, según se aprecia en la Tabla 2, y al mismo tiempo, pensar en acciones que solucionen ó potencien aspectos que surgen de esas relaciones. Esas acciones configuran los distintos tipos de estrategias que se observan en la Tabla 2.

3.2 Generación de estrategias para la FI

Estrategias de reorientación

Oportunidad: Demanda de ingenieros + Debilidad: Demasiadas exigencias para proyecto final de carrera.
Acción 1: "Revisar la normativa de los trabajos finales de carrera"
(No exigir que los trabajos finales de carrera deban aportar nuevos conocimientos ó innovaciones. Permitir que se trate de una aplicación de los conocimientos y destrezas adquiridos por ejemplo en el desarrollo de un sistema informático, una aplicación móvil, etc.)
Acción 2: "Evaluar desde el sistema de enseñanza por competencias"
"Revisar el enfoque de enseñanza y el enfoque de aprendizaje. Estudiar y emplear el enfoque de enseñanza por competencias"

Estrategias de supervivencia

Amenaza: Nuevas universidades en la región, públicas o privadas + Debilidad: Tasa de graduación de ingenieros baja.
Acción 3: "Atraer estudiantes"
Por ejemplo: Visitar colegios de nivel secundario. Dar a conocer la oferta académica en el interior de la provincia de manera personalizada. Mostrar por medios de comunicación productos obtenidos por los estudiantes de la FI. Generar comunidades de cooperación entre estudiantes.
Acción 4:"Reorganizar la cursada de inicio a fin considerando los tramos de aprendizaje"
Analizar perfil de los docentes.
Reasignación de docentes.
Capacitación de docentes en tema "tramos de aprendizaje"

Estrategias defensivas

Amenaza: Disminución del presupuesto + Fortaleza: Adopción de un modelo de calidad y mejora continua.
Acción 5: "Capacitar al personal docente y no docente en gestión de la calidad, para extender la misma a todos los sectores de la FI"
Acción 6: "Establecer auditorías internas de control de calidad con miras a acreditaciones superadoras" (para posicionar a la FI como proveedora del "mejor servicio educativo")
Amenaza: Nuevas universidades en la región, públicas o privadas + Fortaleza: Adopción del enfoque por competencias.
Acción 7: "Completar la capacitación docente en Enfoques por Competencias"
Acción 8: "Planificar el cambio de enfoque en forma transversal (infraestructura, tramos de aprendizaje, establecer tiempos, controlar la aplicación del enfoque)"

Estrategias ofensivas

Oportunidad: Generar una red para el intercambio y cooperación con los egresados +

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Fortaleza: Acreditación de la carrera - Adoptar un modelo de calidad y mejora continua.
Acción 9: "Organizar y gestionar cursos, capacitaciones, especializaciones, para atraer a los profesionales y egresados"
Acción 10: "Establecer los medios para mantener el contacto con los egresados"
Acción 11: "Organizar actividades de investigación y extensión que fomenten la participación del egresado"
Acción 12: "Establecer una comunidad donde se vinculen estudiantes con egresados (ej. de PPS, trabajos de campo en asignaturas del tercer tramo)"

4 RESULTADO DE LA APLICACIÓN DEL FODA-CAME

4.1 Generación de estrategias para la FI: Un CRM aplicado a la FI-UNJu

En muchas de las acciones que se generaron al aplicar CAME subyace una idea: lograr formar una comunidad educativa, en la que los estudiantes ingresan, y en forma rápida se sienten identificados, con un sentido de pertenencia a la FI. Con la capacitación y reorganización docente teniendo en cuenta los tramos de aprendizaje y el enfoque de enseñanza por competencias (que está más acorde a las características de los milenian) el transcurso de los estudiantes por los planes de estudios sería más eficiente y se lograrían mejores resultados ya que ellos pondrían en juego sus capacidades. Con esto se espera que el desgranamiento sea menor, además que los egresados sean profesionales de calidad.
Un CRM sería una posibilidad para investigar y plantear soluciones informáticas que sirvan de soporte para colaborar en la generación de esta comunidad educativa.
Un CRM que permita identificar los puntos de conflicto en cada tramo formativo de las carreras, como así también atraer nuevos estudiantes y fidelizar a aquellos que lograron superar las principales dificultades para que culminen sus estudios en forma satisfactoria.
Cabe destacar que si bien esta tecnología tiene su origen en la relación empresa-cliente, desde el ámbito educativo debemos rescatar su esencia, que lo plantea como un sistema que permite la administración de las relaciones institución-estudiantes.

4.2 ¿Qué es un CRM?

Originalmente, las empresas se focalizaron en el producto y en la eficiencia de los costos. Para crecer y mantener clientes leales a las marcas, las empresas pasaron de un modelo de atención y operación por producto a otro orientado al cliente. Accenture destaca los siguientes elementos claves en el modelo orientado al cliente:

- una cultura organizacional orientada al cliente;
- convicción de que en cada momento, en cada decisión, esté claro que la organización lucha por ser la “poseedora” del cliente;
- visión dinámica del cliente, a lo largo de su ciclo de vida en la empresa, entendiendo que sus necesidades y comportamiento evolucionan en el tiempo e implican un acompañamiento de la organización;
- uso inteligente del repositorio de información del cliente;
- infraestructura que integre todos los puntos de contacto con el cliente;
- indicadores de gestión que se apoyen en la rentabilidad actual y potencial del cliente y la generación de valor para la organización.

Accenture define CRM como “la disciplina de identificar, atraer y fidelizar a los mejores clientes, para generar un crecimiento rentable y sostenible tanto para el cliente como para la organización”
De manera simplificada, el CRM debe contestar algunas preguntas simples, pero claves, para asegurar el éxito de una organización.

- ¿Quiénes son mis clientes?
- ¿Qué puedo y debo ofrecer a estos clientes específicos?
- ¿Cómo hacer para aumentar la cantidad de clientes rentable?
- ¿Cómo hacer para retener los mejores clientes por más tiempo? (Accenture, 2010)

Effy Oz define CRM como “Los sistemas de administración de las relaciones con los clientes ayudan a administrar las relaciones de una organización con sus clientes. El término abarca una amplia variedad de sistemas de información, desde los sencillos que ayudan a conservar los registros de los clientes hasta los sofisticados que analizan y detectan de manera dinámica los esquemas de compras y predicen cuándo un cliente específico va a cambiarse a la competencia" (Oz, 2008)

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Los sistemas CRM aportan datos importantes que se acumulan en bases de datos grandes y se procesan mediante la inteligencia empresarial.

4.3 CRM en el ámbito educativo

Existe numerosa bibliografía relacionada al Marketing en organizaciones educativas. A partir de la búsqueda de información, surge además, que se concretaron experiencias de investigación y aplicación de CRM en instituciones ligadas al ámbito educativo. Entre ellas se puede citar, experiencias en la Universidad de Antioquía, "Implementación de CRM en la Universidad"; Universidad Pontificia de Salamanca, esta plantea una aproximación a las necesidades generales de relacionamiento de las universidades con el medio interno y externo; Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, que propone un Desarrollo estratégico desde el enfoque CRM para instituciones educativas de educación superior (EAFIT, 2018)

En la actualidad, existen muchos sistemas que automatizan el control de la relación con el cliente. La evolución de los sistemas CRM, dio lugar a responder a objetivos sociales además de los comerciales, en una sociedad del conocimiento que en muchos casos es generadora de equidad para diferentes contextos.

Según Juan Manuel Manes, en su publicación "Marketing educativo, gestión estratégica y calidad total: un círculo virtuoso, 2008.", realiza las siguientes aseveraciones:

"Una organización inteligente (Senge, 1990) es aquella que aprende, frente a los desafíos del nuevo siglo. La organización y gestión educativas están en crisis, es decir, en momentos donde los aprendizajes surgen tanto de las amenazas como de las oportunidades. Los procesos de transformación educativa requieren la incorporación de las disciplinas de la organización inteligente:

1) Pensamiento sistémico, como un enfoque global e integrador de los servicios educativos en todas sus dimensiones: didáctico-pedagógica, administrativo-organizacional y socio-comunitaria.
2) Dominio personal, para adquirir la sabiduría del aprendizaje del error aceptado con humildad.
3) Modelos mentales, como nuevos paradigmas de aprendizaje y mejora continua.
4) Construcción de una visión compartida, en el ejercicio de un auténtico liderazgo transformacional en la conducción.
5) Aprendizaje en equipo, para que un grupo se transforme en un equipo de trabajo y surja un pensamiento conjunto.

Cuando la organización educativa aprende, rompiendo con el paradigma conservador y conductista, entonces podrá alcanzar una dimensión cultural que marque un nuevo rumbo en la educación hacia la profesionalización de los equipos directivos, la eficiencia solidaria desde la administración, la reorganización y el redimensionamiento institucional, la administración de los procesos de cambio, la ética en las decisiones comunitarias, un Proyecto Educativo propio y su actualización permanente, el trabajo en equipo, la comunicación eficaz del nuevo paradigma institucional, y la incorporación del marketing educativo como un aliado valioso, para satisfacer mejor las necesidades sociales y hacer crecer a la institución educativa a partir del liderazgo de la calidad total (Álvarez F.12,1998)" (Petrella, 2008)

5 ANALISIS PRELIMINAR DEL CRM PARA LA FI - UNJU

El punto de partida del planteo del CRM para la FI es encontrar respuestas a las preguntas clave, con lo cual se delineará la "estrategia CRM".

5.1 ¿Quiénes son mis mejores clientes?

Esta pregunta se puede responder con más preguntas:

a. ¿La sociedad es el cliente?
b. ¿Los estudiantes son los clientes?
c. ¿Los docentes son clientes internos?

5.2 ¿Qué puedo y debo ofrecer a los clientes?

¿Se ofrece un producto o un servicio?

a. Si la sociedad es el cliente, entonces la FI está ofreciendo profesionales al medio. La sociedad espera recibir de ellos un servicio profesional de calidad, y es lo que la Universidad debe ofrecer.
b. Si los estudiantes son los clientes entonces la FI les brinda un servicio educativo. Se espera que dicho servicio satisfaga las necesidades y expectativas de los estudiantes.
c. Los docentes, como clientes internos, también tienen necesidades y expectativas para

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

cumplir con su función de la mejor manera posible.

5.3 ¿Cómo aumentar la cantidad de clientes rentables?

En el ámbito privado se aconseja regirse por el principio de Pareto, también conocido como la regla del 80/20, con la cual, se estima que un 20% de los clientes son los que ayudan a la empresa a obtener el 80% de sus ganancias. ¿Cómo trasladar este principio a una institución pública educativa? Evidentemente, esta pregunta genera un amplio debate. Tratándose de estudiantes de ninguna manera se puede sostener alguna estrategia que ayude a los mejores, al contrario, se deberían buscar acciones que ayuden a los que más les cuesta, de manera todos logren el objetivo.
En este ítem surge la idea de realizar una categorización de los estudiantes, considerando diversas variables, como por ejemplo la distancia de sus domicilios a la Facultad, si alquilan, si viven solos, si viven con los padres, si son padres de familia, si disponen de alguna beca, si trabajan, su edad, etc. Con esta información se podrían plantear estrategias acordes a las necesidades reales del estudiantado, en pos de concretar los objetivos de la Universidad, del estudiante y de la sociedad, de lograr ciudadanos educados que sepan resolver problemas, y actúen con ética y responsabilidad.
Se deduce que es necesario generar en los estudiantes, desde el interior de la facultad, un sentido de pertenencia, y ofrecer un recorrido placentero por las carreras, para que concrete sus estudios motivado y en los plazos estimados en los planes de estudio; ese espacio podría ser en parte virtual.

5.4 ¿Cómo hacer para retener la mayor cantidad de clientes por más tiempo?

El objetivo de la FI, como el de todas las altas casas de estudio, es que más estudiantes se reciban, y si es en los tiempos planificados mejor.
Siguiendo el razonamiento de las respuestas anteriores, se esperaría que estudiantes motivados se reciban en los plazos estipulados y salgan al medio como prestigiosos profesionales a ofrecer sus servicios de calidad. Con esto, la sociedad valoraría como positiva la educación impartida en la FI y esta sería la elegida entre otras, para ser la casa de formación de nuevas generaciones. Para completar un servicio educativo de calidad habría que completar la enseñanza universitaria con otros estudios de mayor grado, posgrados, especializaciones, etc. Al mismo tiempo la FI se vería enriquecida con experiencias, conocimientos, retroalimentados por los propios egresados, generándose así un círculo virtuoso.

6 CONCLUSIONES Y TRABAJOS A FUTURO

Se presentó un análisis preliminar de un CRM aplicado a la FI de la UNJu. El planteo del mismo despierta profundos debates sobre cuestiones esenciales de los sistemas educativos. Aunque el enfoque que se le da en un ámbito público dista de los objetivos de las organizaciones privadas, es útil construir un paralelo para comenzar a concebirlo. Se puede concluir:

- El análisis de un CRM debe abarcar aspectos subjetivos y de comportamiento de las personas.
- Plantear un CRM como solución sugiere proyectar un cambio organizacional.
- Podemos aprovechar los avances de las tecnologías de información y comunicación y nuestros conocimientos a favor de la educación.
- Para que la estrategia CRM tenga éxito, todos los integrantes de la organización deben estar involucrados desde el principio, sobre todo el mismo "cliente".
- El proyecto continúa con las siguientes actividades:
- Establecer un orden de prioridad en el diseño del CRM, en el que en la primer etapa se considerará al estudiante como "cliente" de la FI. Luego, el análisis se centrará en otros clientes: docentes, no docentes, sociedad.
- Un análisis cuantitativo de la información de los estudiantes registrada actualmente en la FI.
- Plantear la recolección de datos para poder realizar un análisis cualitativo del comportamiento de los estudiantes.
- Identificar todos los puntos de relación del estudiante con la FI.
- Modelar, diseñar y desarrollar el CRM. Probarlo.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

7 REFERENCIAS

Accenture Argentina, A. Roldán, *Aceleración para el desarrollo de sistemas y procesos*, 1era. Edición, Editorial Pearson, Argentina, 2010.

Fuentes Abanades, Enrique, *Emprendimiento estratégico: Del DAFO al análisis CAME*, http://coaching-para-emprendedores.es/emprendimiento-estrategico/emprendimiento-estrategico-del-dafo-al-analisis-came/, 10 de agosto de 2018.

Historia del Análisis FODA o DAFO, https://foda-dafo.com/historia-del-analisis-foda-o-dafo/, 12 de agosto de 2018

Oz, Effy, *Administración de los Sistemas de Información*, 5ta. Edición, Thomson Editores, S.A., México D.F., 2008.

Petrella, Carlos, Gestión de la relación de las universidades con docentes, estudiantes y egresados, *Revista Iberoamericana de Educación*, ISSN: 1681-5653 n.º 47/5 – EDITA: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 1 - 12, 25 de noviembre de 2008.

Plan Estratégico 2018-2022-F.I.-UNJu, Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Jujuy, Noticias, http://fi.unju.edu.ar/noticias/historial/24-noticias-generales/1145-se-present%C3%B3-al-consejo-acad%C3%A9mico-de-la-facultad-de-ingenier%C3%ADa-el-plan-estrat%C3%A9gico-2018-2022.html, Agosto 2018.

Plan Estratégico de Desarrollo 2012-2018 Una renovación del compromiso con la excelencia académica, Universidad EAFIT, http://www.eafit.edu.co/institucional/calidad-eafit/investigacion/Documents/Plan%20estrat% C3%A9gico%202012-2018.pdf , 2018.

Wikipedia, Albert S. Humphrey, https://es.wikipedia.org/wiki/Albert_S._Humphrey#cite_ref-1, 12 de agosto de 2018.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Evidencia digital móvil en el Sistema Procesal Penal: lineamientos para la elaboración de un plan de trabajo pericial

Lesca Gomez Norma B. [1], Viaña, Graciela[1], Figueroa, Liliana M.[1], Lara, Cecilia C.[1] y Corvalán, Alfredo[2]

(1) Instituto de Investigación en Informática y Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero
norma.lesca@gmail.com, gv857@hotmail.com, lmvfigueroa@yahoo.com.ar, clara@unse.edu.ar
(2) Oficina de Informática Forense del Gabinete de Ciencias Forenses del Ministerio Público Fiscal de Santiago del Estero. acorvalan@jussantiago.gov.ar

RESUMEN: Resulta relevante destacar los desafíos que genera el avance tecnológico para incorporar la evidencia digital al sistema procesal penal como elemento fundamental en la investigación. Para ello, es necesaria una regulación adecuada que permita su utilización eficiente en el proceso penal. Aunque en algunas provincias argentinas existen guías de buenas prácticas y protocolos de actuación que orientan la obtención de evidencias digitales, Santiago del Estero no cuenta con normativa al respecto. En este trabajo se propone un conjunto de lineamientos a los que recurrir, ofreciendo respaldo jurídico a la labor de los peritos informáticos y auxiliares de la justicia en la investigación penal preparatorio, sirviendo como herramienta para la planificación y control del proceso. La propuesta está organizada en siete fases, que intentan abarcar el proceso completo del tratamiento de la evidencia digital, poniendo énfasis en las actividades y técnicas relacionadas con dispositivos móviles. En particular, se hace hincapié en la fase tres, donde resulta importante realizar un plan de trabajo pericial a partir de lo especificado en el requerimiento judicial, permitiendo recabar información sobre el objeto de investigación, conocer los tiempos procesales para priorizar el caso, y definir las herramientas técnicas y el equipamiento necesario para la tarea

ABSTRACT: It is relevant to highlight the challenges caused by technological advance to incorporate digital evidence into the criminal justice system as a vital component of research. For that purpose, a proper regulation is necessary to allow the efficiency of digital evidence in criminal justice. Despite the fact that some Argentinean provinces count with good practices and action protocols which guide the acquisition of digital evidence, there is still no regulation about them. This research work aims at drawing up a set of guidelines to offer legal backing to the work of informatics experts and assistants to justice in preparatory criminal investigation and working as a tool for the controlling and planning process. The proposal is organized in seven facets which try to cover the whole treatment of digital evidence, emphasizing the activities and skills related to Mobile Applications. In particular, facet three focuses on undertaking a forensic action plan considering the specifications on legal injunction that permits the obtainment of information about the object of investigation and to know about the length of court proceedings so as to prioritize the case and define the technical tools and the necessary equipment for the task.

Palabras claves: evidencia digital, pericia informática, dispositivos móviles.

Keywords: digital evidence, informatics expertise, mobile applications.

1 INTRODUCCIÓN

La necesidad actual de una mejora en las comunicaciones de las personas favoreció el desarrollo de teléfonos que incorporan conceptos inalámbricos y de movilidad.

Estos dispositivos no se utilizan sólo para enviar o recibir mensajes y llamadas, sino que agregan otros servicios, proveyendo, en muchos casos, las mismas funcionalidades que una computadora.

Debido a esto, la tecnología móvil se convirtió en un elemento importante de evidencia en situaciones delictivas, haciendo que los teléfonos celulares sean considerados como una fuente valiosa de pruebas en el proceso penal.

El propósito de este artículo es plantear un conjunto de lineamientos organizados en fases, con los que se pretende aportar a la optimización de la labor de los operadores jurídicos durante la obtención válida de evidencia digital móvil, evitando el empleo de prácticas que resulten posteriormente cuestionadas en el proceso judicial. Para elaborar estos lineamientos fue fundamental interiorizarse sobre las prácticas de actuación de otras provincias y profundizar en la jurisprudencia relacionada con el tema.

La presente propuesta surge en el marco del proyecto de investigación "Computación móvil: desarrollo de aplicaciones y análisis forense", en la línea "Informática Forense", que se desarrolla en el Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. El equipo de trabajo está integrado por profesionales del derecho y de la informática, pertenecientes a la mencionada institución, al Ministerio Público Fiscal y al Poder Judicial de Santiago del Estero, quienes trabajan conjuntamente para apoyar el proceso de obtención de evidencias digitales desde dispositivos móviles llevado a cabo por la Oficina de Informática Forense del Gabinete de Ciencias Forenses perteneciente al Ministerio Público Fiscal de Santiago del Estero.

El presente artículo está organizado de la siguiente manera: en primer lugar se analiza la obtención legal de la evidencia en los códigos procesales, luego se proponen lineamientos para la obtención de evidencia digital en móviles en el ámbito del Ministerio Público Fiscal de Santiago del Estero, a continuación se describen detalladamente las tres primeras fases de los lineamientos propuestos, y por último, se plantean conclusiones y anhelos futuros.

2 OBTENCIÓN LEGAL DE LA EVIDENCIA DIGITAL

Se entiende por evidencia digital a los datos que constan en formato electrónico y constituyen elementos de prueba; comprendiendo las etapas de extracción, procesamiento e interpretación (Andrade, 2016). Puede definirse también como: "cualquier información digital que, sujeta a la intervención humana u otra semejante, ha sido extraída de un medio informático" (Corvalán, 2017).

La definición de evidencia digital puede abordarse también desde dos perspectivas: como objeto o como representación (Bendinelli, 2018). En el primer caso, se vincula con las acciones que se realizan por medios electrónicos, mientras que en el segundo se la considera como representación de ciertos actos jurídicamente relevantes, donde el hecho en sí no es electrónico, sino que los medios electrónicos son elementos que representan eficazmente el consentimiento, la voluntad y el delito, pero no constituyen tales elementos. En ambos casos, se requiere una mirada tecnológica para entender las características de los medios utilizados, y un análisis técnico-jurídico que determine cómo obtener la evidencia, presentar la prueba, interpretarla, y relacionarla con los hechos o actos jurídicos materia de juicio.

En comparación con otras formas de evidencia, la prueba digital es única. Es sensiblemente frágil, volátil, anónima y con posibilidad de ser alterada, modificada y eliminada con mucha facilidad. Para que pueda ser aplicada en la resolución de delitos, debe presentarse correctamente y su cadena de custodia no debe alterarse. (Bendinelli, 2018)

Para que la evidencia sea admisible en un proceso judicial, debe cumplir con cuatro criterios: autenticidad, confiabilidad, completitud o suficiencia, y apego y respeto por las leyes y reglas del Poder Judicial (Bendinelli, 2018).

Por lo tanto, para que la evidencia digital sea legalmente aceptable en un proceso judicial, su obtención debe realizarse de acuerdo a lo establecido por el Código Procesal de la jurisdicción competente. Si bien el Código Procesal Penal de la Nación (2014) no cuenta con normas específicas sobre evidencia digital, admite el uso de medios digitales en determinadas circunstancias, según lo establecen, por ejemplo, los artículos 127, 143 y 144.

El Código Procesal Penal de la Provincia de Santiago del Estero (Ley 6.941, 2009) regula al

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

respecto en su artículo 253, donde plantea la posibilidad de interceptar, siempre que sea útil para la comprobación del delito, la correspondencia por cualquier medio que se establezca, asimilando de esta manera la correspondencia digital a la postal. En el mismo sentido, el artículo 254 permite ordenar la intercepción de comunicaciones del imputado, cualquiera sea el medio por el que se establezcan.
Sin embargo, esto no es suficiente para dar el marco normativo adecuado para la obtención de la evidencia digital desde dispositivos móviles, lo cual ha generado que varias provincias definan reglamentación adicional, en forma de protocolos de actuación, para salvar esta carencia normativa. El aporte realizado en lo referido a este aspecto, se incluirá en el apartado siguiente.

3 LINEAMINENTOS PARA LA OBTENCIÓN DE EVIDENCIA DIGITAL EN MÓVILES

Los lineamientos para el tratamiento de evidencia digital extraída desde dispositivos móviles propuestos pretenden contribuir en la tarea investigativa a llevarse a cabo por de la oficina de Informática Forense del Gabinete de Ciencias Forenses del Ministerio Público Fiscal de Santiago del Estero. El aporte deberá ser reglamentado por las Autoridades de Aplicación a fin de garantizar la validez y eficacia probatoria de las evidencias obtenidas en el proceso.
La propuesta pretende ofrecer respaldo jurídico a la labor de los peritos informáticos en la investigación penal y servir como herramienta para la planificación y control de dicho proceso en la investigación penal preparatoria.
Para la elaboración de esta propuesta se consideraron como antecedentes: la "Guía de obtención, preservación y tratamiento de la evidencia digital" de la Unidad Fiscal especializada en Ciberdelitos (2016), el "Protocolo de actuación para pericias informáticas" (2013) y "Pericias informáticas sobre telefonía celular" (2013), del Poder Judicial de Neuquén, y la "Guía integral de empleo de la informática forense en el proceso penal", del Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Tecnología en Informática Forense (InfoLab, 2015). Además, se han considerado las experiencias recolectadas por los miembros del Gabinete de Ciencias Forenses durante estos últimos años.

Los lineamientos propuestos (Viaña et al., 2018) se presentan organizados en fases que intentan abarcar el proceso completo de tratamiento de la evidencia digital, poniendo énfasis en las actividades y técnicas relacionadas con dispositivos móviles. Cabe aclarar que la propuesta se encuentra en proceso de elaboración constante en función de los resultados de su aplicación en el Gabinete de Ciencias Forenses del Ministerio Público Fiscal.
En la Fig. 1 se muestra esquemáticamente el conjunto de fases en las que se organiza la propuesta:

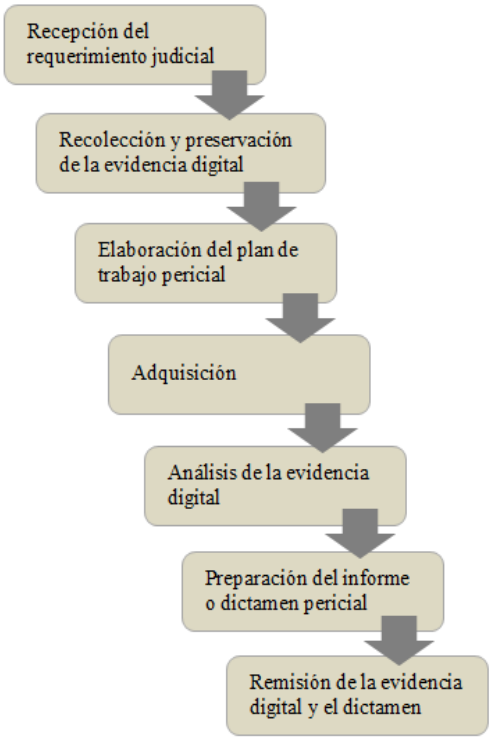


Figura 1. Fases del lineamiento propuesto.

A continuación, se describen sintéticamente las fases del proceso sugerido:

3.1 Recepción del requerimiento judicial

La fase inicial consiste en la recepción del requerimiento judicial, planificando día, hora, recursos y personal necesarios para llevar adelante el procedimiento, según el tipo de delito.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Resulta importante realizar un relevamiento del caso judicial, para poder identificar con mayor precisión los objetos de interés, en función a los puntos a peritar que indica el requerimiento recibido mediante oficio, y como resultado, se genera un plan de procedimiento.
Las actividades recomendadas son:

- Tomar contacto con el fiscal a cargo de la causa o con la dependencia policial responsable de la investigación inicial.
- Elaborar un plan de acción que se seguirá durante el procedimiento.

3.2 Recolección y preservación de la evidencia digital

En esta fase se reconocen los dispositivos móviles que se encuentran en la escena del crimen, documentando sus ubicaciones. El responsable identifica el estado general del dispositivo, recolecta los accesorios e inicia la cadena de custodia.
Se recibe como entrada el plan de procedimiento generado en la fase anterior y, luego de llevar a cabo sus actividades, se obtiene un conjunto de elementos recolectados acompañado de un acta de secuestro.
Para esta fase se recomienda:

- Inspeccionar el lugar para detectar todos los objetos de interés para la investigación.
- Realizar el levantamiento de los objetos identificados utilizando los medios adecuados al tipo de evidencia: colocarse guantes, elementos de protección para evitar contaminación, fotografiar dispositivos, registrar en una planilla marca y modelo.
- Si fuera necesario, solicitar al Gabinete de Criminalística que registre la existencia de huellas digitales o cualquier otro elemento biológico según sus procedimientos.
- Disponer de una zona despejada para rotular cada elemento. Confeccionar el acta de secuestro, consignando número de tarjeta SIM, IMEI y demás accesorios identificados.
- Almacenar adecuadamente el equipamiento recolectado.
- Iniciar la cadena de custodia.

El responsable deberá actuar teniendo en cuenta la autorización judicial.

3.3 Elaboración del plan de trabajo pericial

En esta fase se elabora un plan de trabajo pericial a partir de lo especificado en el requerimiento judicial recibido.
Las actividades asociadas son:

- Recabar información sobre el objeto de la investigación, para comprender los objetivos que se pretende alcanzar con la labor pericial en el marco de la investigación penal preparatoria.
- Informarse sobre los tiempos procesales a fin de establecer una prioridad para el caso.
- Sugerir la solicitud de determinadas pruebas o informes: reportes a empresas telefónicas, de proveedores de servicios de internet, método de seguridad de acceso.
- Establecer las herramientas técnicas y el equipamiento necesario para realizar la tarea asignada.
- Notificar a las partes y peritos autorizados para asistir a la pericia.

3.4 Adquisición

En esta fase se obtiene la copia forense del dispositivo móvil considerando la tarjeta SIM, la memoria externa y el dispositivo propiamente dicho, si correspondiera. Se debe elaborar, además un acta de adquisición.
Las actividades sugeridas son:

- Obtener la imagen forense.
- Calcular el hash de la imagen forense para autenticar y preservar la integridad de los datos.
- Verificar que los datos obtenidos tengan el formato apropiado, fechas y horas consistentes y que se pudo extraer toda la información.
- Elaborar un acta de adquisición, dejando constancia de las partes presentes.

3.5 Análisis de la evidencia digital

A partir de la copia forense obtenida en la fase anterior, se seleccionan y analizan los elementos relevantes según los puntos de pericia, considerándolos como potencial evidencia digital.
Se recomienda llevar a cabo las siguientes actividades:

- Extraer la información de las imágenes forenses, seleccionando la potencial evidencia digital (archivos eliminados, comprimidos, protegidos o encriptados,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

metadatos, información de configuración, etc.)
- Analizar el contenido de los datos extraídos.
- Analizar las relaciones entre los distintos elementos extraídos.
- Proponer hipótesis y sugerir otras diligencias o pericias que se consideren útiles para la causa.

Se recomienda realizar el análisis con una mirada integral, considerando el conjunto de dispositivos vinculados al caso, desde la perspectiva de los puntos de pericia.

3.6 Preparación del informe o dictamen pericial

En esta fase se documenta lo realizado durante todo el proceso, fundamentando todas las acciones, los métodos, técnicas y herramientas utilizadas. A partir del resultado de las fases previas, se elabora el documento respondiendo a los puntos de pericia, haciendo referencia a la evidencia digital detallada, de acuerdo a lo establecido en el artículo 276 del Código Procesal Penal de Santiago del Estero.
Durante el desarrollo de esta fase, se deberá:
- Documentar lo realizado durante todo el proceso, fundamentando todas las acciones realizadas, los métodos, técnicas y herramientas utilizadas.
- Redactar el informe técnico o dictamen pericial.

3.7 Remisión de los elementos peritados y entrega del dictamen

Finalizado el procedimiento, el documento del dictamen o informe y los elementos probatorios se remiten al solicitante de la pericia, resguardando el material para garantizar su integridad y autenticidad hasta el final del proceso.
Las actividades propuestas para esta fase son:
- Elaborar un acta de remisión, detallando los elementos que se entregarán.
- Remitir los elementos secuestrados conjuntamente con el dictamen al organismo solicitante.
- Resguardar las copias forenses y los documentos generados en cada fase hasta que la autoridad competente disponga acerca de su destino definitivo.

Las fases propuestas pretenden garantizar el cumplimiento de las buenas prácticas que aseguren la calidad de los procesos aplicados y sus resultados, considerando los principios fundamentales de relevancia, confiabilidad y suficiencia establecidos en la norma ISO/IEC 27037 (2012).

4 FASE 1: RECEPCIÓN DEL REQUERIMIENTO JUDICIAL

Recibido el requerimiento del Fiscal a cargo de la causa, se necesita realizar una planificación en relación a las necesidades concernientes a las características del hecho delictivo. Para ello, se determinará fecha y hora, personal técnico necesario y los recursos tecnológicos requeridos. En esta fase es importante definir si se llevará a cabo alguna tarea de recolección de evidencia digital en el lugar del hecho o si se procederá a realizarlo en el laboratorio.
Otro aspecto a tener en cuenta es la definición de puntos de interés, según lo solicitado en los puntos de pericia por parte del Fiscal y según la naturaleza del ilícito. El perito podrá realizar sugerencias al respecto, indicando otros puntos de pericia y solicitud de informes a terceros que considere pertinentes para la causa.
El perito podrá trabajar de manera coordinada con el equipo policial que realizó la intervención primaria en el lugar del hecho, a quienes solicitará las novedades acontecidas durante su actuación en aspectos relacionados a Informática Forense.
Con todo lo relevado se realizará la planificación sobre las tareas específicas de Informática Forense, las que se transmitirán al Fiscal para que se tengan en cuenta en el momento de que se constituya en el lugar del hecho.
Siguiendo lo que propone Corvalán (2017), las tareas planificadas deben seguir uno de los principios fundamentales que corresponde al campo de las estrategias de la investigación criminal, el cual se denomina "Principio de Completitud" que enuncia "Mayor información es igual a Mejor investigación", por lo que se colaborará con el Fiscal para obtener legalmente un gran caudal de información durante el procedimiento llevado a cabo en el lugar del hecho.
En resumen, las actividades que se proponen seguir son:
- Trabajar con el Fiscal a cargo de la causa y/o con la dependencia policial responsable de la intervención primaria sobre los puntos de pericia y posibles fuentes de información digital.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

- Elaborar un plan de acción que se seguirá durante el procedimiento, que se sugerirá al Fiscal antes de su intervención en el lugar del hecho.

5 FASE 2: RECOLECCIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA EVIDENCIA DIGITAL

Cuando el Fiscal lo indique, se dará inicio a la tarea de recolección de la evidencia digital, emitiendo esta directiva al personal perteneciente a la oficina de Informática Forense del Ministerio Publico Fiscal o al personal Policial que forma parte del equipo de intervención en el lugar el hecho.

Para el caso de teléfonos celulares se deberá apagar el dispositivo, extrayendo la batería cuando sea posible, tarjeta SIM y memoria externa en caso de que exista. El dispositivo y sus accesorios se deben embalar como una unidad. En el caso de que el dispositivo telefónico cuente con dos ranuras para SIM se deberá indicar en cuál de ellas se encontraba la tarjeta.

Cada elemento recolectado debe ser correctamente embalado y rotulado con los datos que identifiquen al mismo, de modo de asegurar la inviolabilidad de los cierres. Los objetos secuestrados serán señalados con el sello de la Fiscalía y con la firma del Fiscal de Instrucción y de los testigos que dan fe del acto (Código Procesal Penal de la provincia de Santiago del Estero, 2009).

Junto con la recolección se labrará un acta, denominada “cadena de custodia” (Corvalán, 2017). Una vez que la evidencia digital se recolecte, debe recorrer un camino, ya sea al laboratorio de Informática Forense o preservada en los depósitos hasta que llegue el momento procesal oportuno para ser ofrecida como prueba.

El Fiscal debe asegurar que dicha evidencia digital es la misma que fue recolectada o analizada. Es decir, que el órgano acusador debe garantizar que la evidencia digital no fue alterada, reemplazada, contaminada, dañada. El empleo de la cadena de custodia es el modo que tiene el Ministerio Publico Fiscal de garantizar la autenticidad de su ofrecimiento probatorio.

Visto de este modo, la cadena de custodia es un procedimiento específico que se plasma físicamente en un formulario destinado a garantizar la autenticidad e integridad de la evidencia digital, que inicia en esta fase de recolección y la acompaña registrando a cada persona que la manipula durante su recorrido hasta si disposición final.

Corvalán (2017) presenta un modelo de cadena de custodia, que debe ser iniciada por el funcionario que recolecte el dispositivo que almacena la evidencia digital, en presencia de dos testigos hábiles, y debe confeccionarse para cada elemento secuestrado.

Los datos requeridos en la cadena de custodia son los siguientes:

- Descripción de cada elemento secuestrado, detallando marca, modelo, IMEI, SIM y alguna característica que lo distinga (color, si tiene algún daño físico, etc.).
- Lugar de recolección y número o letra con que se identifica a la evidencia durante el procedimiento en el lugar del hecho.
- Los eslabones, que se corresponde con cada persona que tome contacto con la evidencia. Se debe hacer constar nombre completo del interviniente, dependencia a la que pertenece, fecha y hora de recepción e integridad del embalaje.
- Firmas, a través de las que se manifiesta la voluntad de una persona, dando fe de las actuaciones.

6 FASE 3: ELABORACIÓN DEL PLAN DE TRABAJO PERICIAL

Toda investigación implica la necesidad de planificar las actividades que deben realizarse para llevarla a cabo, la asignación de los recursos necesarios, y la integración del nuevo requerimiento en una agenda donde ya se encuentran incluidos los requerimientos recibidos con anterioridad, con el propósito de aplicar las técnicas y herramientas de forma estructurada y ordenada. La adecuada priorización de los casos requiere que se considere la naturaleza del ilícito y los plazos procesales aplicables a cada situación, debiendo informarse a los interesados la fecha planificada de inicio de las actividades periciales y la duración estimada de las mismas.

Asimismo, es importante que el plan de trabajo pericial elaborado durante esta fase contemple una adecuada priorización de las evidencias a tratar, de acuerdo a su relevancia en relación al caso. En ciertas situaciones complejas, puede ser necesario que el perito informático tome contacto con las actuaciones realizadas en la investigación hasta ese

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

momento, recabando información que le permita conocer y comprender el objetivo de su labor pericial en el marco de la estrategia de intervención del Fiscal actuante.
Durante el desarrollo de esta fase, el perito puede considerar necesario el pedido de determinados informes a empresas telefónicas o proveedores de servicios de Internet, ya que éstos pueden aportar información de vital importancia, como la relacionada a activación de los dispositivos, fechas, horas y duración de las comunicaciones, localización geográfica del teléfono investigado, entro otros. En estos casos, será necesario que se realicen las estimaciones adecuadas para contemplar la realización de dichas diligencias dentro de los plazos del plan de trabajo.
En la planificación del trabajo pericial deberán establecerse, además, las técnicas y herramientas que se utilizarán, detallando el equipamiento y recursos necesarios para su realización.
Una vez culminada la elaboración del plan de trabajo, el mismo deberá comunicarse al organismo solicitante, para luego proceder a la notificación a las partes, sus representantes legales y peritos o consultores técnicos autorizados, a fin de que estén en condiciones de asistir a presenciar la realización de la pericia.

7 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Se ha reseñado, a partir de los conceptos sobre evidencia digital y su aplicación en el ámbito jurídico a los fines de su validez probatoria, la importancia de velar por la observación de los procedimientos instaurados por los Códigos Procesales, basados en el cumplimiento de las garantías constitucionales. La intención del presente artículo es brindar un aporte al tema, destacando lo siguiente:
Se advierten insuficientes normas procesales modernas que contemplen la obtención de la evidencia digital
Se debe adoptar un protocolo de actuación que contemple las buenas prácticas periciales forenses sobre dispositivos móviles que contribuya a sustentar la admisibilidad de la prueba digital para ser eficaz en la investigación penal.
Se requiere avanzar en la revisión de los lineamientos propuestos para el tratamiento de evidencia digital extraída de dispositivos móviles, a fin de formalizar un protocolo que sea posteriormente aceptado para su implementación por el Ministerio Público Fiscal de la provincia de Santiago del Estero, con el propósito de ofrecer respaldo jurídico a partir del establecimiento de normativas técnicas y procedimentales.
Con la identificación y análisis de las actividades que corresponden a las fases 1, 2 y 3, se trata de ordenar las etapas iniciales para asegurar que la investigación y el análisis posterior de las evidencias sean eficientes.
En un futuro, se pretende validar la propuesta a través de la aplicación de una lista de verificación con preguntas relacionadas con cada uno de los principios establecidos por la Norma ISO 27037, ya que la dificultad para evaluar el cumplimiento del mencionado estándar radica en que el documento de la norma sólo los describe, pero no especifica líneas de acción para llevarlos a cabo, de las que se puedan derivar los mecanismos de validación asociados (Cano, 2013).

8 REFERENCIAS

Andrade R., *Análisis forense de dispositivos móviles.* 2016, Disponible en: https://es.linkedin.com/pulse/análisis-forense-de-teléfonos-móviles-roberto-andrade.

Bendinelli, M., Delitos informáticos. La importancia de la prueba digital en el proceso judicial, *Microjuris.com*, 2018, Disponible en https://aldiaargentina.microjuris.com/2014/12/03/delitos-informaticos-la-importancia-de-la-prueba-digital-en-el-proceso-judicial/.

Cano, J., *IT-Insecurity*, 2013, Disponible en http://insecurityit.blogspot.com.ar/2013/09/reflexiones-sobre-la-norma-isoiec.html.

Corvalán, A, *La intervención en el lugar de los hechos y la escena del crimen,* Proyecto interno Ministerio Publico Fiscal de Santiago del Estero, Argentina, 2017.

Info-Lab, *Guía integral de empleo de la informática forense en el proceso penal*, 2015, Disponible en http://info-lab.org.ar/images/pdf/14.pdf

ISO/IEC 27037:2012(en), *Information technology— Security techniques— Guidelines for identification, collection, acquisition and preservation of digital evidence*, 2012, Disponible en https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:27037:ed-1:v1:en

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Ley 27.062, *Código Procesal Penal de la Nación*, Buenos Aires, 4 de Diciembre de 2014.

Ley provincial 6.941. *Código Procesal Penal de la Provincia de Santiago del Estero*, 2009.

Poder Judicial de Neuquén, *Pericias informáticas sobre telefonía cellular*, 2013. Disponible en http://200.70.33.130/images2/Biblioteca/ProtocoloPericiasTelefoniaCelular.pdf

Unidad Fiscal Especializada en Ciberdelicuencia, *Guía de obtención, preservación y tratamiento de evidencia digital*, 2016. Disponible en http://www.fiscales.gob.ar/procuracion-general/wp-content/uploads/sites/9/2016/04/PGN-0756-2016-001.pdf

Viaña, G., C. Lara, N. Lesca and L. Figueroa, *Importancia de la evidencia digital móvil en el Sistema Procesal Penal*, 8vo Congreso Iberoamericano de Investigadores y Docentes de Derecho e Informática (CIIDDI), 2018.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

M-learning: Aprendizaje en Diversos Niveles Educativos Usando *ImaColab*

Maldonado Marilena, Herrera Susana, Carranza Álvaro, Irurzun Ivana, Palavecino Rosa, Macedo Adriana y Suarez Claudia

Instituto de Investigaciones en Informática y Sistemas de Información, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero, 4200 Santiago del Estero, Argentina.
Marilena@unse.edu.ar,sherrera@unse.edu.ar,rosypgg@unse.edu.ar,vanairurzun@gmail.com, carrranza1903@hotmail.com, adrimacedo_710@hotmail.com, cfemalekeypal@hotmail.com

RESUMEN: Las tecnologías móviles aplicadas a la educación se denominan m-learning. El grupo de investigación de Computación Móvil de UNSE ha venido estudiando diversas formas de implementar m-learning en diversos niveles educativos, diferentes áreas de aprendizaje e inclusive en dos sistemas educativos distintos (Argentina y Colombia).
Este artículo presenta el estudio de la adaptabilidad de una aplicación de m-learning desarrollada por este equipo de investigación en el año 2017, con la colaboración de la Universidad Nacional de La Plata. La misma se denomina ImaColab, es una aplicación Web responsiva que puede ser usada desde cualquier dispositivo móvil.
En este estudio, se considera la adaptabilidad de esta aplicación, como su capacidad para ser usada en diversos niveles educativos y diversas áreas de aprendizaje. Para ello, este estudio presenta el resultado de prácticas de m-learning con ImaColab implementadas en las áreas Programación, Teoría de Sistemas y Organizaciones, Ingles y Tecnología e Informática.
Se estudiaron los resultados en relación con la motivación intrínseca de los alumnos, utilizando el instrumento estándar, denominado Inventario de Motivación Intrínseca (IMI). Además, también se estudió el logro de los resultados de aprendizaje esperados. Los resultados fueron positivos en las diversas prácticas de m-learning, confirmando su capacidad de adaptabilidad.

ABSTRACT: Mobile technologies applied to education are called m-learning. The Mobile Computing research group AT UNSE has been studying different ways to implement m-learning in different educational levels, or diversed fields of learning and even in two different educational systems (Argentina and Colombia).
This article presents the study of the adaptability of an m-learning application developed by this research team in 2017, with the collaboration of la Universidad Nacional de La Plata**.** This application is called ImaColab, and it is a responsive Web application that can be used from any mobile device.
In this study, the adaptability as well as its capacity to be used in different educational levels and fields of learning are considered. Therefore, this study presents the result of m-learning practices with ImaColab implemented in the areas of Programming, Theory of Systems in Organizations, English and Technology and computing.
The results were studied in relation to the motivation intrinsic of the students, using a specific standard instrument called IMI for the intrinsic motivation analysis. In addition, the achievement of the expected learning results was also studied. The results were positive in the various m-learning practices, confirming the capacity of the M-leaning application for adaptability.

Palabras claves: m-learning, aplicaciones móviles, motivación intrínseca, aprendizaje basado en dispositivos móviles.

Keywords: m-learrning, mobile apps, intrinsic motivation, learning based on mobile devices.

1 INTRODUCCION

M-Learning es un aprendizaje basado en dispositivos móviles, cuya fortaleza consiste en promover prácticas de aprendizaje en contextos propios del alumno, conectando los conocimientos teóricos con la vida cotidiana, proporcionando un aprendizaje situado, auténtico, sensible al contexto, personalizado, basado en juegos (Sharples, 2007; Pachler, 2010; Seipold, 2011).

Las tecnologías móviles aplicadas a la educación promueven el desarrollo de competencias en forma autónoma, centrado en el aprendiz, lo cual constituye un requerimiento en diversos contextos educativos. De allí la importancia de insertar este tipo de prácticas en la educación formal.

El grupo de investigación de Computación Móvil de Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE) ha venido estudiando diversas formas de implementar m-learning en diversos niveles educativos y diversas áreas de aprendizaje.

Con este enfoque, este equipo de investigación en el año 2016, con la colaboración de la Universidad Nacional de la Plata, diseñó una práctica de m-learning y el desarrollo de una aplicación móvil para esta práctica, denominada ImaColab, que puede ser usada desde cualquier dispositivo móvil, adaptándose a cada uno de ellos.

ImaColab es una aplicación Web responsiva aplicable a cualquier área disciplinar, cuyos principales objetivos consisten en:

- Que los alumnos desarrollen prácticas educativas, basadas en imágenes, utilizando sus dispositivos móviles, trabajando en forma grupal y colaborativa.
- Que los docentes puedan utilizarla para conectar los contenidos teóricos que enseñan en sus clases con situaciones que los alumnos detectan en la vida real.
- Incorporar un componente lúdico que aumente la motivación y participación de los alumnos.

La aplicación fue utilizada en el marco de prácticas de m-learning desarrolladas en las siguientes asignaturas: Estructura de Datos y Algoritmos (Licenciatura en Sistemas de Información-UNSE), Teoría de Sistemas y Organizaciones (Licenciatura en Sistemas de Información-UNSE), Inglés (Licenciatura en Educación para la Salud-UNSE), Introducción a la Programación (Escuela Técnica Secundaria Nº2 Ing. Santiago Barabino), Tecnología e Informática (Colegio Comfandy, Colombia). El uso de la aplicación ImaColab en todas estas prácticas, permitió advertir la capacidad de adaptación de la misma, ya que fue aplicada en diversas áreas de conocimiento y en diversos niveles educativos.

Las prácticas fueron diseñadas desde un enfoque ecológico, usando MADE-mlearn (Herrera et al., 2013), que es un marco para el análisis, diseño y evaluación de prácticas de m-learning. Todas, salvo una, ya fueron implementadas en las clases.

En este artículo se presenta la descripción de cada una de estas prácticas y los resultados que se obtuvieron mediante la evaluación de aspectos cualitativos y cuantitativos. La motivación intrínseca constituye uno de los aspectos más estudiados a la hora de evaluar resultados. Algunos autores señalan que las personas pueden estar motivadas debido a que valoran una actividad o debido a que hay una fuerte presión externa por parte de otras personas como docentes, padres, etc. (Salazar, 2015). Hay diferentes instrumentos para estimar la motivación en los estudiantes; en esta investigación se utiliza el instrumento Inventario de Motivación Intrínseca (IMI del inglés Intrinsic Motivation Inventory).

Se definieron aspectos que permitan analizar comparativamente la aplicación de ImaColab en contextos diversos. A partir del análisis realizado, se obtuvieron conclusiones relevantes respecto a la adaptabilidad de la aplicación.

Considerando todo lo antedicho, el resto del artículo se organiza de la siguiente manera. En el apartado 2 se presentan los marcos referenciales que sustentan el estudio. En el apartado 3 se describen las prácticas educativas realizadas con ImaColab. En el apartado 4 se analiza la adaptabilidad de la aplicación. Finalmente, en el apartado 5 se presentan las conclusiones.

2 MARCOS REFERENCIALES

2.1 M-Learning

El m-learning surge con la llegada de las tecnologías móviles. Se lo considera como una nueva modalidad de aprendizaje que resulta de la mediación de dichas tecnologías en el proceso de aprendizaje.

En la literatura especializada existen distintas concepciones del m-learning (Sanchez Prieto et al., 2013; Traxler, 2011; Pachler et al., 2010; Sharples et al., 2007). A partir de estos autores, este grupo de investigación ha adoptado una definición propia: el m-learning es el proceso de adquirir

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

conocimiento mediante una relación dialógica entre el entorno y las personas y/o las personas entre sí, a través de una mediación con tecnología móvil, tanto en contextos de aprendizaje formales como no formales e informales; involucra en el alumno competencias tecnológicas para manipular los dispositivos móviles, competencias relacionadas con el aprendizaje autónomo y con la capacidad de interacción y comunicación.

Existen diversas experiencias de m-learning realizadas en los distintos niveles educativos, tanto a nivel internacional (Oró et al., 2013; De Witt et al., 2014) como nacional (Arce, 2013; Herrera et al., 2015; Thomas et al., 2015).

Debido a la variedad de experiencias de m-learning, resulta necesario un marco que guíe las aplicaciones en esta modalidad y, en este sentido, uno de los resultados más importantes de la investigación realizada por este grupo es haber elaborado MADE-mlearn, que constituye un marco sistémico y ecológico para el análisis, diseño y evaluación de experiencias de m-learning (Herrera et al., 2013).

MADE-mlearn se basa en un conjunto de 80 aspectos o rasgos que permiten analizar, diseñar y también evaluar una experiencia de m-learning. Propone cuatro ejes de análisis, según los aspectos básicos que deben considerarse en el análisis y diseño de una propuesta de m-learning nueva o existente:

- Denominación y Propósito, se agrupan en la categoría Identificación.
- Contexto, se agrupan en la categoría Ecosistema.
- Modalidad y desarrollo, se agrupan en las categorías Modo de interacción y Fundamentos teóricos de la enseñanza y del aprendizaje.
- Resultados" se agrupan en la categoría Resultados obtenidos.

A su vez, cada categoría presenta sus características, las que están compuestas por un conjunto de sub-características.

2.2 ImaColab

ImaColab es una aplicación de m-learning desarrollada por este grupo de investigación. La aplicación fue desarrollada en PHP y JavaScript. Para el diseño responsivo se usó el framework Twitter Bootstrap, puede ser ejecutada en cualquier dispositivo móvil, independientemente del Sistema Operativo, dado que tiene arquitectura web.

Ima-Colab consiste en un juego educativo que tiene dos perfiles de usuarios: a) Participante y b) Coordinador (docente). Ellos pueden ingresar a la aplicación desde su celular con su usuario y contraseña, como lo muestra la Fig. 1.



Figura 1. Pantalla de Inicio de Sesión.

De acuerdo al perfil y al estado en que se encuentre la práctica, se habilitan o no, las opciones del menú principal de la aplicación, que se muestran en la Fig. 2.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE



Figura 2. Menú principal.

Los alumnos se agrupan formando equipos. La actividad tiene dos etapas: 1) de trabajo por grupo, 2) de mejor propuesta.
En la primea etapa, los alumnos de cada equipo durante un período de tiempo definido, deben fotografiar situaciones de la vida cotidiana -siguiendo la consigna dada en clase- y describir la situación/objeto. Luego, cada alumno debe realizar una puntuación de 0 a 10 (justificando su puntuación con fundamentos sólidos) de las imágenes subidas por sus compañeros de grupo, teniendo en cuenta no solo la imagen sino también la justificación emitida por su compañero. Terminado este período de tiempo, el docente realiza una evaluación a cada imagen, asignando un puntaje del 0 al 10. Al finalizar el período, la aplicación calcula la mejor imagen de cada grupo.
En la segunda etapa, se habilita otro período en el cual los alumnos acceden a ver la mejor foto de cada grupo y deben puntuar cada una, salvo la de su propio grupo, emitiendo su justificación además del puntaje de 0 a 10. Vencido ese período de tiempo, la aplicación calcula cuál es la imagen ganadora.

La práctica es interactiva y lleva a determinar la mejor imagen de la experiencia, lo cual involucra y despierta la motivación del alumno.
En cuanto a la calificación que el docente le otorga en la práctica en sí, es directamente proporcional a la calificación que el docente le asigna a la imagen en la aplicación ImaColab.

2.3 Motivación Intrínseca IMI

La motivación es un concepto que tiene singular atención en el contexto educativo, ya que un alumno motivado logrará un aprendizaje de calidad. Existen trabajos que demuestran una vinculación positiva entre la motivación y los alumnos. Un ejemplo es el estudio que realizan Bieg, Backes & Mittag (2011).
Las personas experimentan diferentes niveles y tipos de motivación, es decir, varía la intensidad y el enfoque de la motivación (depende del objetivo que da lugar a la acción). La intensidad de la motivación no necesariamente varía, pero la naturaleza y el enfoque de la motivación sí (Ryan & Deci, 2000-a).
La teoría de la autodeterminación (Self-Determination Theory, SDT), se apoya en las tendencias naturales o intrínsecas de las personas para comportarse de manera efectiva y saludable (Deci & Ryan, 1985). En ella se distinguen diferentes tipos de motivación en función de las diferentes razones u objetivos que dan lugar a una acción. La distinción básica es entre motivación intrínseca, que se refiere a realizar una actividad debido a su inherente satisfacción, diversión o desafío y motivación extrínseca que se refiere a hacer algo por presiones o recompensas (Ryan & Deci, 2000-b).
La propensión natural de las personas a la motivación intrínseca las lleva, desde su nacimiento, a aprender y explorar. Es importante enfocarse en el potencial intrínseco de la actividad para mejorar la motivación (Ryan & Styler, 1991). Es por ello que uno de los objetivos al implementar prácticas de m-learning consiste en aumentar la motivación intrínseca. Y para corroborar si se logra mejorar este tipo de motivación, se usa el formulario IMI. Particularmente las 22 preguntas del cuestionario se centran en cuatro subescalas: a) interés/disfrute, b) competencia percibida, c) presión/tensión percibidas y d) elección percibida. Después de realizada la actividad en cuestión, los alumnos califican cada uno de los 22 ítems del cuestionario con una serie numérica que va de 1

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

(para nada cierto) a 7 (muy cierto). Luego, a través de cálculos, se promedia el valor de cada subescala. Esto se usa para analizar los resultados de la motivación en el desarrollo de la actividad propuesta. El resultado que se obtiene en la subescala "interés/disfrute" se considera la medida más importante de auto información de la motivación intrínseca. Mientras que los resultados de las subescalas "elección" y "competencia" se manifiestan como predictores positivos de la motivación. Por otro lado, el resultado de la subescala "tensión/presión" se presenta como un factor que influye en forma negativa en la motivación (Salazar Mesia, Gorga & Sanz, 2015).

3 EXPERIENCIAS CON IMACOLAB EN DIFERENTES ÁREAS

Las prácticas de m-learning ImaColab fueron diseñadas e implementadas en diversos niveles educativos y en diversas áreas de aprendizaje. A continuación se presentan estas experiencias.

3.1 Implementación en Estructuras de datos y Algoritmos

La práctica fue diseñada para el aprendizaje de estructuras de datos lineales (arreglos, pilas, colas, listas) y estructuras de datos no lineales (árboles), de la asignatura Estructura de Datos y Algoritmos (EDyA) de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la UNSE.

El objetivo de la práctica consistía en evaluar si el alumno era capaz de representar situaciones u objetos de la vida cotidiana mediante estructuras de datos. Es decir, aplicar los conceptos trabajados en clase a situaciones reales; y formaba parte de la instancia recuperatoria integral de la asignatura, al finalizar el segundo cuatrimestre. Participaron 16 alumnos.

Las distintas etapas de la implementación de la aplicación se muestran en las Fig. 3 a 6.

Los resultados no fueron analizados usando IMI sino a partir de datos recogidos desde una perspectiva más amplia cuali-cuantitativa, de la siguiente manera:

- Calificaciones de los alumnos en la práctica: se asignó una puntuación usando la escala 0-10. En la Fig. 7 se presenta un gráfico con las notas de cada alumno, se observa que todos los alumnos igualaron o superaron los 4 puntos, es decir, aprobaron una parte de la actividad de recuperación. La mitad más 1 obtuvo calificación igual o mayor que 7.



Figura 3. Capturar, justificar y publicar.



Figura 4. Imagen puntuada por los alumnos.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

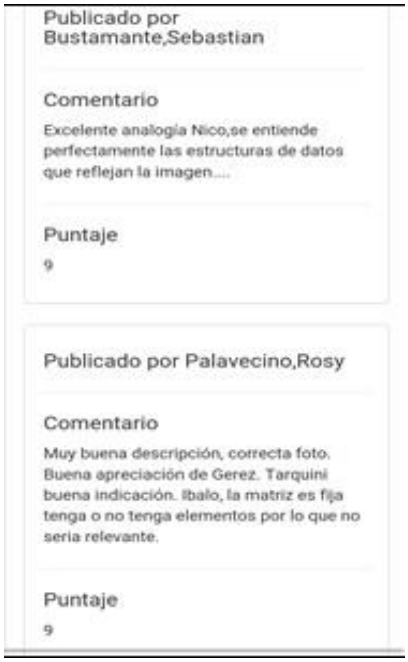


Figura 5. Imagen puntuada por el docente.



Figura 6. Imagen mejor puntuada

- Entrevistas a los profesores que participaron en la implementación: los docentes consideraron la implementación de esta práctica como satisfactoria y muy positiva para el aprendizaje de los alumnos. Además, entre otras conclusiones, expresaron que la aplicación ImaColab, permitió que los alumnos compartan las situaciones seleccionadas, sus representaciones y la realimentación del docente. Esto enriquece el aprendizaje de los alumnos, dado que aprenden no sólo desde su ejemplo individual sino también desde ejemplos de sus compañeros.

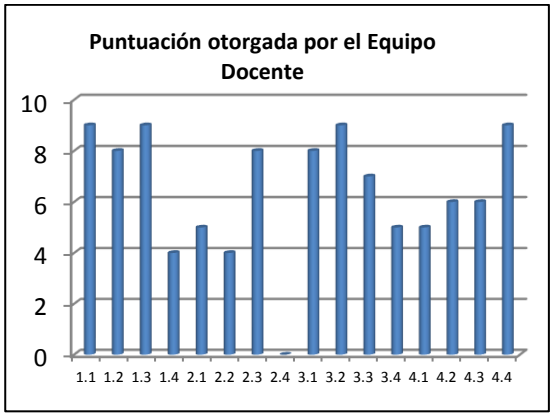


Figura 7. Calificación otorgada por el Equipo Docente a los alumnos.

- Encuesta de satisfacción a los alumnos: el cuestionario constaba de 10 preguntas cerradas y una abierta, para recabar información sobre la experiencia. El cuestionario contiene preguntas usadas por Herrera (2014) y basado en Romero (2013). Los alumnos opinaron que los siguientes aspectos son altamente positivos en m-learning: relación de los dispositivos móviles con la motivación, facilidad de acceso al aprendizaje y el impacto en el trabajo colaborativo. El 68% opinó que repetiría la experiencia usando ImaColab.

En función del análisis de los resultados, se pudo concluir que el uso de dispositivos móviles permitió a los alumnos aplicar conceptos trabajados en clase a situaciones de la vida

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

cotidiana, impactando positivamente en su motivación.

1.1. Implementación en Teoría de Sistemas y Organizaciones

Para la asignatura Teoría de Sistemas y Organizaciones (TSyO), de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la UNSE, se diseñó la práctica con el objetivo de evaluar la capacidad de reconocer en la vida real Organizaciones y Sistemas de Información, aplicando los conocimientos teóricos adquiridos. La consigna fue: tomar una imagen de una organización de la ciudad de Santiago del Estero o de la Banda, subirla e indicar: Dirección, Objetivo de la organización, Estructura de la organización y mencionar un sistema de información que la organización utiliza, describiendo el objetivo del Sistema de Información, ejemplos de información que manipula y cómo apoya a la toma de decisión. La práctica se desarrolló en la instancia de evaluación recuperatoria integral de la asignatura, y participaron cinco alumnos.
Se evaluó la motivación intrínseca aplicando IMI (ver tabla 1).

Tabla 1. Resultado de aplicación IMI.

Alumnos	Interés /Disfrute	Competencia	Elección	Presión
Alum 1	4	5,6	0,6	3
Alum 2	6,5	5,5	4,6	2,2
Alum 3	5,17	4,4	2,8	1,8
Alum 4	4,5	3,8	1	1
Alum 5	5	3,8	0,4	2,6
Prom.	5,034	4,62	1,88	2,12

Del análisis de estos resultados, la motivación intrínseca fue positiva, ya que la categoría principal y con la que se evalúa la motivación es la de Interes/Disfrute tiene un promedio de 5,034, en una puntuación entre 1 y 7. La categoría Competencia también tiene un buen promedio y ese es un valor que suma en positivo a lo obtenido en la categoría Interés/Disfrute. En cambio, para las categorías Elección y Presión el promedio obtenido es bajo. Por lo que se concluye que al ser presentada la práctica no había mucho interés en realizarla, pero al implementarla suscitó una considerable motivación al ser desarrollada desde m-learning y, por consiguiente, del uso de la tecnología móvil.

3.2 Implementación en Introducción a la Programación

En la cátedra Introducción a la Programación (IP), de tercer año segunda división de la Escuela Técnica Nº 2 Ing. Santiago Barabino, se desarrolló la práctica para 20 alumnos que trabajaron distribuidos en cinco grupos de cuatro alumnos cada uno. Esta práctica fue diseñada para reforzar competencias de la cátedra, estableciendo como objetivo lograr que los alumnos sean capaces de reconocer situaciones problemáticas de la vida diaria, que puedan ser solucionadas mediante un algoritmo utilizando estructuras de control secuenciales y de decisión. Para el logro de este objetivo se procedió a identificar la consigna: identificar una situación problemática sencilla en su entorno, por ejemplo en su casa, en la escuela, en el club, de camino a casa, etc. como por ejemplo cruzar una calle, preparar una taza de té, etc. Luego usar la aplicación ImaColab para desarrollar el algoritmo correspondiente en Lenguaje natural.
No se estudiaron los resultados de la práctica usando métodos cuantitativos. Dado que era una experiencia piloto, se evaluó la satisfacción sólo a través de un enfoque cualitativo, mediante preguntas orales abiertas realizadas en el contexto de la clase. Todos los alumnos participaron y manifestaron interés y satisfacción por usar dispositivos móviles en su aprendizaje.
Esta práctica se repetirá en el mes de noviembre de 2018 para verificar y comparar el aprendizaje en función de la competencia que se desea sea adquirir. Se realizará el análisis de la motivación intrínseca, mediante la aplicación de IMI.

3.3 Implementación en Ingles

Para la asignatura Ingles (I) de la carrera Licenciatura en Educación para la Salud de la Facultad de Humanidades, Ciencias Sociales y de la Salud, de la UNSE, se diseñó la práctica con el objetivo de evaluar la capacidad del alumno de formular frases nominales pre-modificadas en inglés poniendo en práctica la teoría aprendida en clase. La consigna es: 1) fotografiar y subir una situación cotidiana que grafique algún modo de cuidar nuestra salud, 2) escribir una frase nominal

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2. Análisis de adaptabilidad de ImaColab.

Criterio	EDyA	TSyO	IP	I	TeI
Nivel Educativo	Superior Universitario	Superior Universitario	Secundario	Superior Universitario	Primario
Lugar	Argentina	Argentina	Argentina	Argentina	Colombia
Área de conocimiento	Programación	Organizaciones	Programación	Inglés	Tecnología
Consigna	alcanzado	alcanzado	alcanzado	alcanzado	alcanzado
Idioma	Español	Español	Español	Español	Español
Conectividad	Sin inconve-nientes en zonas urbanas	Sin inconve-nientes en zonas urbanas	Sin inconve-nientes en zonas urbanas	Sin inconve-nientes en zonas urbanas	Sin inconve-nientes en zonas urbanas

(en inglés) para nombrar dicha imagen. 3) traducir al español dicha frase y explicar qué se tuvo en cuenta al momento de formular la frase e indicar frases alternativas pensadas antes de escribir la frase definitiva.
La práctica se desarrollará a fin de setiembre en un grupo de 44 alumnos. En sus resultados se evaluará la motivación intrínseca usando IMI.

3.4 Implementación en Tecnología e Informática

Para el proyecto Huella Hídrica, del colegio Comfandi de Ecuador, se realizó una práctica para los alumnos de 3 y 6 grado utilizando ImaColab. El objetivo de esta práctica fue desarrollar un proyecto que integre la aplicación Ima-Colab, sobre la temática huella hídrica donde fortalezca los aprendizajes adquiridos en el área tecnología e informática; y tenía por consigna tomar fotos a diferentes elementos de su entorno y haciendo uso de la aplicación que permite calcular la huella hídrica, deberá realizar una descripción, que explique el agua que se requiere en la fabricación del producto o elemento, así como también decir, por qué ese producto o elemento es importante para nuestra vida. Los resultados no fueron analizados usando IMI sino a partir de una encuesta de satisfacción sobre la aplicación Ima-Colab, de cuyos resultados se pudo concluir que el uso de dispositivos móviles permitió a los alumnos aplicar conceptos trabajados en clase a situaciones de la vida cotidiana, impactando positivamente en su motivación.

Para todas estas experiencias se pudo realizar el diseño de la aplicación ImaColab y la implementación en todas, salvo en Ingles. Los resultados obtenidos confirman la capacidad de adaptación de ImaColab en diversos niveles y áreas de aprendizaje.

4 ANÁLISIS DE LA ADAPTABILIDAD DE IMACOLAB

El objetivo de la investigación realizada consistió en mostrar la capacidad de adaptación de la aplicación ImaColab a diversos contextos de aprendizaje. Para ello, se realizó un análisis de las prácticas descriptas en el apartado 3, considerando los siguientes seis criterios:

1) Nivel educativo: con este criterio se pretende determinar si se logró difundir su uso en diferentes niveles educativos, mediante la depuración y optimización de usabilidad que se fue realizando a la aplicación ImaColab.
2) Lugar de implementación: este criterio nos permitirá especificar si es aplicable en distintos puntos geográficos.
3) Área de conocimiento: en qué área disciplinar se desarrolló la práctica que usa la aplicación.
4) Consigna: se debe conocer siempre si la consigna indicada por el docente pudo ser resuelta por los alumnos en forma satisfactoria.
5) Idioma: este criterio permitirá determinar si se puede aplicar con usuarios que hablan distintos idiomas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

6) Conectividad: permite establecer si se presentan inconvenientes en la conexión móvil.

En la tabla 2, se muestra los resultados de la adaptabilidad de las experiencias en función de los criterios mencionados.

A partir de la tabla se observa que ImaColab:

- Pudo ser usada exitosamente en diversos niveles educativos: primario, secundario y superior
- Pudo ser usada exitosamente no sólo en Argentina sino también en otro país de habla española
- Pudo ser usada en diversas áreas de conocimiento: Programación, Organizaciones, inglés, Tecnologías.
- Pudo ser usado con diferentes consignas, acordes a los contenidos que desean afianzar/evaluar/ejemplificar los docentes.
- Sólo pudo ser usado con alumnos de habla española.
- Pudo ser usada sin inconvenientes desde cualquier lugar, dentro de zonas urbanas.

5 CONCLUSIONES

A partir del análisis del apartado anterior y considerando, además, los resultados obtenidos en cada práctica (apartado 3), se puede concluir que ImaColab es una aplicación flexible que posee una alta capacidad de adaptación a diversos contextos educativos.

Esa capacidad de adaptación hace referencia a: nivel educativo, área de conocimiento y tipo de consigna.

Sin embargo, la aplicación no puede ser usada por alumnos y docentes que hablan otro idioma. Por lo tanto, en un futuro inmediato, se prevé trabajar en la internacionalización de la aplicación.

Respecto a la conectividad, la aplicación no presenta inconvenientes en la capacidad de conexión desde cualquier lugar, aunque sólo fue probada en prácticas urbanas. En el futuro se probará en prácticas rurales.

6 REFERENCIAS

Arce, R. A., Mobile learning: aprendizaje móvil como complemento de una estrategia de trabajo colaborativo con herramientas Web 2 y entorno virtual de aprendizaje Web, UNLP en modalidad de blended learning, Primeras Jornadas Nacionales de TIC e Innovación en el Aula. 2013.

Bieg, S., S. Backes and W. Mittag, The role of intrinsic motivation for teaching, teachers' care and autonomy support in students' self-determined motivation, Journal for Educational Research Online, 3(1), 2011.

Deci, E. L. and R. M. Ryan, Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Springer Science & Business Media, New York, 1985.

DeWitt, D., S. Siraj and N. Alias, Collaborative mLearning: A Module for Learning Secondary School Science. Educational Technology & Society, Revista de Tecnología Educativa y Sociedad, 17 (1), 89–101, 2014.

Herrera, S., R. Palavecino, C. Sanz and J. Carranza, Aprendizaje de Estructuras de Datos mediante m-leaning, SITED, Brasil, 2017.

Herrera, S. and C. Sanz, Collaborative m-learning practice using Educ-Mobile, International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS), Ed. IEEE. Pp 363 – 370, USA, 2014.

Herrera, S.I., M.C. Fennema, M.I. Morales, R. Palavecino, J.E. Goldar and S.V. Zuain, Mobile technologies in engineering education, in Interactive Collaborative Learning (ICL), International Conference on, Doi: 10.1109/ICL.2015.7318197, IEEE, pp.1157-1164, 2015.

Herrera, S., C. Sanz and M. Fennema, MADE-mlearn: un marco para el análisis, diseño y evaluación de experiencias de m-learning en el nivel de postgrado, Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología, N° 10, La Plata, 2013.

Oró, M. G., L. C. Lanna, and K. O. Casas, Cambios en el uso y la concepción de las TIC, implementando el Mobile Learning, RED Revista de Educación a Distancia, (37), 1-19. 2013.

Pachler, N., B. Bachmair and J. Cook, Mobile learning: structures, agency, practices, Ed. Springer, Nueva York, 2010.

Ryan, R. M. and E. L. Deci, Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions

and New Directions, Contemporary Educational Psychology 25, 54–67, doi:10.1006/ceps.1999.1020, 2000.

Ryan, R. M. and J. Stiller, The social contexts of internalization: Parent and teacher influences on autonomy, motivation and learning, Educational Psychologist, 26(3 & 4), 325-346, Lawrence Erlbaum Associates, 1991.

Romero Mayoral, R., J. Castro Sánchez, J. Henríquez, J. Santana Rodríguez and J. Quintana Santana, Cuestionario para Valorar la satisfacción del estudiante por el uso de Técnicas de Innovación Educativa (VTIE), 2013.

Salazar Mesia, N., G. Gorga and C. Sanz, Plan de evaluación del material educativo digital EPRA Propuesta de indagación sobre la motivación intrínseca, XXI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, ISBN: 978-987-3806-05-6, Junín, 2015.

Sánchez Prieto, J. C., S. Olmos Migueláñez and F.J. García Peñalvo, Mobile Learning: Tendencies and Lines of Research, TEEM '13, Salamanca, Spain, 2013.

Seipold, J. and N. Pachler, Evaluating Mobile Learning Practice Towards a framework for analysis of user-generated contexts with reference to the socio-cultural ecology of mobile learning, MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, Nº 19, Alemania, 2011.

Sharples, M., J. Taylor and G. Vavoula, Theory of learning for the mobile age, In Andrews, R., & Haythornthwaite, C., Ed. The SAGE Handbook of E-learning Research, London: Sage, pp. 221-47, 2007.

Thomas, P., F. Cristina, S. Dapoto and P. Pesado, Dispositivos Móviles: Desarrollo de Aplicaciones Orientadas a Educación, XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Salta, 2015.

Traxler, J., Mobile Learning: Starting in the Right Place, Going in the Right Direction? International Journal of Mobile and Blended Learning, 3(2), 57-67, 2011.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Bases de datos NoSQL orientadas a grafos: estudio de características y lenguajes de consulta

Pérez, Ricardo D.[1] , Quispe, Jairo J.M.[1], Sandoval, Iván L.[1], Rodríguez, Cintia S.[1], Cáceres, Nélida R.[1] y Tolaba, Ana C.[1]

(1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Jujuy.
nrcaceres@fi.unju.edu.ar

RESUMEN: En la actualidad, los volúmenes de datos que se generan y consumen se destacan por un crecimiento acelerado y por su estructura no homogénea (datos espaciales, datos semánticos entre otros), lo que implica que los repositorios no sólo sean considerados para realizar consultas tradicionales. Las bases de datos tradicionales presentan limitaciones para la manipulación y consulta de datos estructurados, así como también problemas de escalabilidad; esto ha llevado a emplear nuevos enfoques bajo el concepto de sistemas de bases de datos NoSQL (Not Only SQL) los cuales soportan aplicaciones basadas en modelos de datos donde la interconectividad de los datos es un aspecto importante. En este trabajo se presenta un análisis comparativo entre algunas alternativas disponibles para bases de datos NoSQL orientados a grafos a partir de un dataset determinado. El objetivo de éste análisis es determinar las características principales que permitirán a los usuarios elegir cualquiera de estos sistemas, entre ellos se destacan: rendimiento, carga de datos, lenguajes de consulta soportados, entre otros, además de identificar nuevos criterios que también son importantes para elegir la base de datos más adecuada.

ABSTRACT: At present, the volumes of data that are generated and consumed are highlighted by growth and its inhomogeneous structure (spatial data, semantic data among others) which implies that repositories are not necessary for conventional queries. Traditional databases have limitations for handling and consulting structured data, as well as scalability problems; this has led to new approaches under the concept of NoSQL database systems (not only SQL) which support applications based on data models where the interconnectivity of data is an important aspect. In this paper, a comparative analysis is presented among other alternatives available for NoSQL databases oriented to graphs from a given data set. The aim of this analysis is to determine the main features that users can choose any of these systems, as performance, data loading, query languages supported, among others, as well as identifying new criteria that are also important to choose the most suitable database.

Palabras claves: Base de datos, NoSQL, grafos

Keywords: database, NoSQL, graphs

1 INTRODUCCIÓN

El término NoSQL (No Only SQL) abarca todas las bases de datos y almacenes de datos que no siguen los principios populares y bien establecidos de un Sistema de Gestión de Bases de Datos Relacionales (RDBMS) (Tiwari, 2011). Una de las principales características de los sistemas de bases de datos en NoSQL es la facilidad para trabajar con grandes cantidades de datos.
En el mismo conjunto de las bases de datos NoSQL, se distinguen diferentes alternativas de acuerdo a las formas de almacenamiento: Bases de datos documentales, clave-valor, orientadas a columnas y las bases de datos orientadas a grafos (BDOG). En la actualidad existen diferentes propuestas en gestores de BDOG. Es por ello que en este trabajo se presenta un análisis comparativo entre algunas alternativas disponibles para Bases de datos NoSQL orientadas a grafos de modo de identificar características importantes a considerar para llevar a cabo la selección de un sistema adecuado sobre todo cuando se necesita obtener una mejor gestión de los datos tanto en el almacenamiento como en la búsqueda de información en las consultas realizadas.
El resto del trabajo se encuentra organizado de la siguiente manera. En la Sección 2 se describen distintas alternativas de bases de datos NoSQL orientadas a grafos, en la Sección 3 se presenta una evaluación de las principales características para la selección de una BDOG a partir de un caso de estudio. Finalmente en la Sección 4 se encuentran las conclusiones y trabajo futuro.

2 BASES DE DATOS NOSQL ORIENTADAS A GRAFOS

2.1 Bases de datos orientadas a grafos

Una BDOG es aquella que permite almacenar la información como nodos de un grafo y sus respectivas relaciones con otros nodos, permitiendo así aplicar la teoría de grafos para recorrer la base de datos (Álvarez, 2017).
Las BDOG resultan útiles para guardar información con muchas relaciones, por ejemplo la información asociada a una red social. Sin embargo, la aplicación de este tipo de bases de datos, y sobre todo para aprovechar su potencial, depende fundamentalmente de la lógica de negocio en la que se involucre la información a almacenar. Es decir, podría ser conveniente aplicarlas sólo en algunos escenarios o contextos.
Las unidades fundamentales de un grafo son los nodos y las relaciones o aristas. Ambos pueden contener propiedades, los nodos son frecuentemente utilizados para representar entidades y dependiendo del dominio del problema, las relaciones son utilizadas para conectar los nodos y estructurar el grafo. Además, un grafo puede ser dirigido o no dirigido, dependiendo si las aristas tienen nodos origen y nodos destino.
Actualmente existen diferentes alternativas de BDOG entre las que se pueden mencionar ArangoDB, Neo4j y OrientDB entre otras.

2.2 ArangoDB

ArangoDB, o simplemente Arango, es un sistema de base de datos multi modelo que combina los modelos Clave/Valor, Documentos y Grafos en un solo núcleo desarrollado en C++ (Vaish, 2013). En la Figura 1, se presenta un ejemplo de documento en formato JSON donde *first_name*, *last_name* y *birthdate* son los atributos del documento. Un documento puede contener cero o más atributos, y cada uno de estos atributos puede tener un valor asociado. Este valor puede ser del tipo atómico, es decir, un número, una cadena, un booleano o nulo; o del tipo compuesto, es decir, una matriz o documento. Las matrices a su vez pueden contener todos estos tipos datos, permitiendo así una estructura de datos anidada en un solo documento.

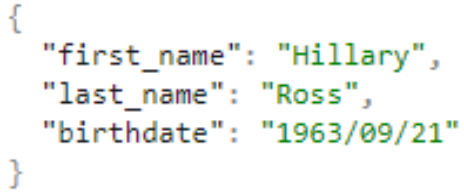


Figura 1. Documento en formato JSON.

Los documentos están agrupados en colecciones. Una colección puede contener cero o más documentos. Haciendo una analogía con los RDBMS, es correcto comparar las colecciones con las tablas y los documentos con las filas.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Arango no tiene esquemas, lo que significa que no hay necesidad de definir con anticipación los atributos que puede tener un documento. Cada documento individual puede tener una estructura completamente diferente y aún almacenarse junto con otros documentos en una misma colección. Es decir, Arango en sí no obliga a limitarse a una determinada estructura de datos (Concepts,2018).
Por último, en Arango, hay dos tipos de colecciones: colección de documentos (también referido como colección de vértices o nodos en el contexto de grafos) y colección de aristas. Las colecciones de aristas también almacenan documentos, pero cada documento incluye dos atributos específicos, *_from* y *_to*, que se utilizan para referenciar una relación dirigida desde (*_from*) un documento hacia (*_to*) otro documento. El modelo de datos basado en grafos que adopta Arango sigue el concepto matemático de un grafo dirigido y etiquetado, solo que las aristas no solo tienen etiquetas, sino que son documentos completos.

2.3 Neo4j

Neo4j es un sistema de bases de datos gráfico nativo, desarrollado en el lenguaje Java. Neo4j emplea el lenguaje de consulta Cypher, pero también puede emplearse la API Java disponible para hacer consultas mucho más eficientes (Vukotic,2014).
Neo4j se basa en el modelo de datos de grafos, utilizando los conceptos de nodos y relaciones con etiquetas, Figura 2. Los nodos representan entidades, y las relaciones son implícitas, a diferencia de los modelos relacionales tradicionales los cuales emplean una relación explícita. Las etiquetas representan el tipo de nodo o de relación; tanto los nodos como las relaciones pueden tener propiedades (Neo4J,2018).

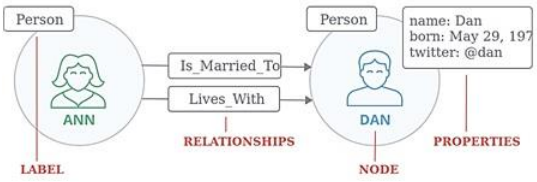


Figura 2. Modelo de datos gráfico (Neo4J,2018).

Neo4j no tiene esquemas haciendo que las propiedades, tanto de los nodos como de las relaciones, se definan de forma dinámica sin necesidad de especificarlas con anticipación.

2.4 GraphDB

Ontotext Graph DB (Free) es una base de datos de gráficos semánticos que cumple con los estándares W3C. GraphDB emplea RDF4J como biblioteca, aprovechando sus API para almacenamiento y consultas, así como el soporte para una amplia variedad de lenguajes de consulta (por ejemplo, SPARQL y SeRQL) y sintaxis RDF (por ejemplo, RDF / XML, N3, Turtle) (GraphDB,2018).
Como se menciona anteriormente, GraphDB modela los datos con RDF, que consiste en una tripleta basada en un modelo Entidad de Valor de Atributo (EAV), en el que el sujeto es la entidad, el predicado es el atributo y el objeto es el valor. Cada tripleta tiene un identificador único conocido como Identificador Uniforme de Recursos (URI). Los URI parecen direcciones de páginas web. Las partes de una tripleta, el sujeto, el predicado y el objeto representan enlaces en un gráfico.
Haciendo una comparación con las RBDMS tradicionales, cada conjunto de datos RDF se puede percibir como una tabla relacional y cada conjunto de datos RDF tiene los mismos atributos: S, P, O (sujeto, predicado, objeto).

2.5 OrientDB

OrientDB es un sistema de administración de bases de datos NoSQL de código abierto escrito en Java que presenta las siguientes características (OrientDB,2018):

- Multi modelo que admite gráficos, documentos, claves/valores y modelos de objetos, pero las relaciones se gestionan como en bases de datos de gráficos con conexiones directas entre registros.
- Compatible con los modos de trabajo sin esquema, esquema completo y esquema mixto.
- Sistema de perfiles de seguridad basado en usuarios y roles.

Es completamente transaccional, admite transacciones ACID que garantizan que las mismas sean procesadas de manera confiable y en caso de fallas, se recuperan todos los documentos pendientes.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

El registro es la unidad más pequeña que puede cargarse y almacenarse en la base de datos. Los registros pueden ser:

- Documento.
- RecordBytes (Similar al tipo BLOB).
- Vértice.
- Borde.

2.6 Lenguajes de consulta

Los lenguajes de consulta (query language) son especificaciones formales para representar consultas (Date, 2001). Es decir que por medio de las consultas, se pueden acceder a los datos que se encuentran en una base de datos, permitiendo agregar, borrar o modificar estos datos.
Las bases de datos relacionales utilizan el lenguaje SQL (Structured Query Language). Es un lenguaje estándar e interactivo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas, gracias a la utilización del álgebra y de cálculos relacionales (Date,1997).
En las bases de datos relacionales, la información se encuentra almacenada en tablas normalizadas para extraer los datos que se requieren utilizando la sentencia JOIN para realizar las consultas.
En el caso de las bases de datos NoSQL, las cuales están libres de esquemas, y no se necesitan diseñar tablas, no se admite la sentencia JOIN. En su lugar, las bases de datos orientadas a grafos prometen un mayor rendimiento y facilidad en el momento de realizar consultas respecto a las realizadas en bases de datos relacionales, debido a que cuentan con un lenguaje de consulta similar a las expresiones semánticas que parecen naturales y que permiten atravesar las conexiones entre entidades altamente relacionados (Alvarez,2017).
ArangoDB hace uso de un sólo lenguaje de consulta, AQL (ArangoDB Query Language); permitiendo realizar consultas entre los diferentes modelos de datos mencionados indistintamente (ArangoDB Documentation,2018).
Neo4J emplea como lenguaje de consulta Cypher (Holzschuher, 2013). que es un lenguaje propio y es la forma declarativa de realizar consultas. Luego está la forma nativa de realizar consultas, que es utilizando la API de java de Neo4j.
GraphDB El lenguaje de consulta empleado es SPARQL es un acrónimo de Protocol and RDF Query Language (Prud, 2006). Es el lenguaje de consulta para RDF, proporciona un formato estándar para escribir consultas que se dirigen a datos RDF y un conjunto de reglas estándar para el procesamiento de las consultas y devolver los resultados.
En la Tabla 1 se comparan los términos usados en SQL y los lenguajes de consulta empleados en las ArangoDB, Neo4J y GraphDB.

Tabla 1 Analogía de términos entre SQL y lenguajes de consulta de ArangoDB, Neo4J y GraphDB.

SQL	AQL	Cypher	SPARQL
Base de Datos	Base de Datos	Base de Datos	Base de Datos
Tabla	Colección	Etiqueta	Tripleta<sujeto;predicado;objeto>
Fila	Documento	Nodo / Relación	Nodo
Columna	Atributo	Propiedades	Predicado

OrientDB admite consultas con el lenguaje de consulta Gremlin junto con SQL extendido para cruce de gráficos (Tesoriero, 2013). Gremlin de Apache TinkerPop, es un lenguaje específico funcional de flujo de datos que permite a los usuarios expresar recorridos complejos sobre el gráfico. Cada recorrido de Gremlin se compone de una secuencia de pasos. Un paso realiza una operación atómica en la secuencia de datos. Cada paso está compuesto por un map-step (transformación de los objetos en la secuencia), un filtro-step (eliminación de objetos de la secuencia) o un sideEffect-step (cálculo de estadísticas sobre la secuencia)(Rodríguez, 2015). En la Tabla 2 se muestran una comparación entre el modelo de datos relacional y el modelo gráfico de OrientDB.

Tabla 2. Comparación entre modelo de datos relacional y el modelo OrientDB.

Modelo Relacional	Modelo Gráfico OrientDB
Tabla	Clase que se extiende “V” (vértice) y “E” (Bordes)
Fila	Vértice
Columna	Propiedad de Vértice y Borde

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Relación	Borde

3 ANÁLISIS COMPARATIVO

Para hacer un análisis comparativo entre diferentes BDOG es preciso contar con un set de datos que sea representativo de un grafo dirigido y etiquetado. El tamaño del grafo debe ser considerable, para garantizar un entorno de operación, de las BDOG, lo más parecido o cercano a la realidad.

3.1 Determinación Set de Datos

El grafo se generó a partir de un set de datos de la red social Pokec, muy popular en Eslovaquia (SOC-POKEC,2018). El set de datos es un archivo de texto plano de nombre *"friends.txt*", que contiene una lista de relaciones de amistad entre los usuarios de la red social, el cual posee 1,6 millones de vértices (nodos) y 22,3 millones de aristas, Figura 3.

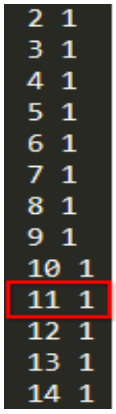


Figura 3. Formato del set de datos friends.txt

Cada línea (o fila) de la lista se constituye de dos columnas separadas por un carácter espacio; la primera columna es el identificador (ID) del nodo origen y la segunda columna es el identificador (ID) del nodo destino. De modo que en la figura X4, por ejemplo, el usuario de ID:11 es amigo del usuario de ID:1. Esta relación dirigida se muestra en la Figura 4.

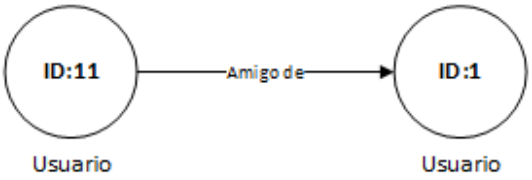


Figura 4. Relación de amistad entre dos usuarios.

3.2 Comparación de características

A partir del set de datos "friends.txt" se realizó la importación del archivo a cada gestor de base de datos orientado a grafos: ArangoDB, Neo4j, OrientDB y GraphDB. Esto posibilitó definir las características más relevantes que se detallan a continuación:

- Sistema operativo.
- Requerimientos de Hardware.
- Requerimientos de Software.
- Lenguaje de consulta que utilizan.
- Tipo de archivo que utilizan
- Herramientas de importación

Las tres primeras características mencionadas anteriormente fueron seleccionadas considerando la necesidad de conocer los requerimientos de hardware, software y sistema operativo antes de seleccionar alguna de ellas ya que es importante valorar las opciones para llevar a cabo la instalación de los gestores de bases de datos orientados a grafos.

El lenguaje de consulta se refiere a conocer el soporte disponible para la realización de búsqueda de información en los grafos almacenados. El rendimiento a la rapidez de acceso en la base de datos, teniendo en cuenta el tipo de datos que manejan las mismas. La forma en la cual se realiza la carga de datos permitirá determinar si requiere algún formato en especial o herramientas para la importación para este tipo de base de datos, o las pautas a tener en cuenta en el caso de la migración desde otro DBMS.

En la Tabla 3 se analizan las características mencionadas anteriormente.

Otra característica que se recomienda considerar es la documentación del sistema ya que facilitará la utilización del mismo.

3.2.1 Comparación de lenguajes de consulta

En la Tabla 4 se analizan y comparan diferentes características entre los lenguajes de consulta que se emplean en bases de datos NoSQL: SPARQL,

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Cypher y Gremlin. Para ello se realizó una misma consulta considerando cada uno de los lenguajes mencionados, en el grafo obtenido del dataset mencionado en la Sección 3.1.
La consulta consistió en buscar todos los amigos de un determinado usuario, en este caso del usuario de identificador (ID) igual a 18. Es decir, buscar todas aquellas aristas que conducen hacia el vértice del usuario mencionado. En el análisis del nivel de profundidad (ver tabla 6), se realizó la misma consulta pero con diferentes niveles de profundidad; así por ejemplo con un nivel de profundidad de 2 se estarían consultando los amigos de cada uno de los amigos del usuario en cuestión.

Tabla 3. Comparación de características entre Bases de Datos NoSQL.

Características	ArangoDB	Neo4j	GraphDB	OrientDB
Sistema Operativo	Compatible con sistemas Linux, OS X y Microsoft Windows.	Compatible con sistemas Linux, OS X y Microsoft Windows.	Compatible con sistemas Linux, OS X y Microsoft Windows	Compatible con sistemas Linux, OS X, Solaris, HP-UX, IBM AIX y Microsoft Windows
Requerimientos de Hardware (Mínimos)	* Procesador: 2.2 Ghz. * Memoria: 1 GB de RAM. * Almacenamiento: 4 GB disponible. * Arquitectura: 32 o 64 bits.	* Procesador: Intel Core I3 o superior. * Memoria: 2 GB de RAM. * Disco: 10GB. *FileSystem: ext4 (o similar)	* Procesador: 2.2 Ghz. *Memoria: 2GB de RAM Almacenamiento: 2 GB de espacio en disco *Arquitectura de 64 bits	* Procesador: 2.2 Ghz. * Memoria: 1 GB de RAM. *Arquitectura de 64 bits
Requerimientos de Software	No requiere.	La versión Enterprise requiere la preinstalación de la JVM.	No requiere.	Necesita la preinstalación de JVM.
Tipo de archivo con el que trabaja	VelocyPack, formato binario compacto para serialización y almacenamiento. Esto le permite acceder directamente a subvalores sin decodificar datos binarios.	Almacena sus datos como nodos y relaciones con propiedades. Internamente, se almacenan como listas enlazadas.	Modela sus datos como RDF.	Modela sus datos mediante registros ya que es la unidad más pequeña que puede cargarse y almacenarse en la base de datos.
Lenguajes de consulta que utiliza	Lenguaje de consulta propio, ArangoDB Query Language (AQL).	Neo4j emplea el lenguaje de consulta Cypher.	GraphDb utiliza el lenguaje de consulta de SPARQL	OrientDB emplea el lenguaje de consulta GREMLIN.
Herramientas de Importación.	Arangoimport importa datos ya sea en formato CSV o JSON (JavaScript Object Notation). La herramienta presenta algunas carencias, que pueden ser programadas.	El comando 'LOAD CSV' permite importar datos por medio de consultas Cypher. neo4j-admin import permite la importación de datos masivos. Ambas herramientas permiten importar datos desde archivos CSV.	-Workbrench (importa archivos locales, en el servidor, desde una URL remota o usando SPARQL) -LOADRDF (para carga de conjuntos de datos sin conexión) -Herramienta de precarga (convierte archivos RDF en índices GraphDB) -Ontorefine (convierte datos tabulares en RDF)	Cuenta con una herramienta propia para la importación. El módulo ETL ya sea para importar datos en formato CSV o JSON. Al estar escrito en java se puede usar la Api Java mediante la utilización de las librerías disponibles en la instalación de orientdb.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 4. Comparación de características de lenguajes de consulta en Bases de Datos NoSQL.

Característica	Cypher	AQL	Gremlin
Demora en la consulta del grafo	1.821 ms (unidireccional) 1.570 ms (bidireccional)	136.392 ms	(Nivel 1) 1,237 ms (Nivel 2 Unidireccional) 5,919 ms (Nivel 2 Bidireccional) 60,103 ms
Visualización de la consulta del grafo	Mediante un grafo dirigido, de lectura sencilla y funciones varias (como zoom y ampliación del grado de relaciones) Permite visualizar la consulta en formato de tablas/columnas y JSON.		
Nivel de profundidad del grafo que consulta sin inconvenientes	Consultas unidireccionales hasta el nivel 4, a partir del nivel 5 (que resultaría prácticamente la visualización de todo el grafo) presenta problemas de rendimiento por falta de recursos. En consultas bidireccionales, sólo se pudo realizar consultas a nivel 1, presentando las mismas dificultades de rendimiento en posteriores niveles.	Hasta el nivel 3, a partir del nivel 4 se presenta un error en memoria (Out of Memory).	En consultas unidireccionales hasta el nivel 4, a partir del nivel 5 presenta problemas de rendimiento por falta de recursos. En consultas bidireccionales, sólo se pudo realizar consultas a nivel 3, presentando las mismas dificultades de rendimiento en posteriores niveles.

4 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Las bases de datos NoSQL presentan ventajas y desventajas al momento de ser utilizadas. La experiencia realizada con el set de datos "friends.txt" mediante los lenguajes de consultas SPARQL, Cypher y Gremlin, a partir de los motores de base de datos Arango, Neo4j, OrientDB y GraphDB, presenta algunas particularidades a tener en cuenta al momento de optar por alguna de ellas para el procesamiento de datos, las cuales se detallan a continuación:

ArangoDB es un tipo de BDOG que si bien cumple con las necesidades básicas en lo referente a la consulta de datos sobre grafos, la herramienta que proporciona para importar datos, arangoimport, presenta algunas carencias. Por ejemplo, luego de realizar una operación de importación, la herramienta no informa el tiempo que se requirió para realizar dicha operación. Por otro lado, la documentación existente en la página oficial es un punto fuerte de Arango ya que dispone de tutoriales y de una comunidad muy activa. También es importante destacar la capacidad de integración que posee Arango con los lenguajes de programación más usuales, tales como PHP, NodeJS, Java y Python.

Neo4j es una base de datos gráfica nativa, característica que lo destaca a la hora de trabajar con modelos gráficos. Permite realizar consultas a través de programas personalizados en Java o mediante el lenguaje de consulta Cypher. Tiene documentación que permite integrarlo con otros lenguajes de programación como .NET, JavaScript y Python incluyendo Java. Sin embargo, Neo4J presenta como limitación la forma de representación de las relaciones ya que las mismas son unidireccionales, por lo que las relaciones bidireccionales deben cargarse explícitamente.

OrientDB es un tipo de BDOG bien desarrollada que busca explotar su capacidad multimodelo teniendo muchas más características que las presentadas en el caso de estudio para modelos gráficos.

Una de las opciones para el proceso de importación se desarrolla mediante la utilización del lenguaje de programación Java pero existen otros lenguajes compatibles como C#, PHP, Python, NodeJS, R, Perl y también para desarrollos móviles. Esta observación habla de las posibilidades que tiene la plataforma y de su versatilidad para el investigador

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

que junto a la buena documentación que provee la base de datos puede sacar la mayor ventaja posible de acuerdo a su conocimiento y experiencia con el tipo de lenguaje seleccionado.

GraphDB es una base de datos semántica que presenta varias herramientas para trabajar con datos entre las que se puede destacar una herramienta propia para visualizar los grafos, y con múltiples alternativas para la importación de datos, aunque se observó que ninguna de ellas informa el tiempo empleado para tal operación. En su última versión, GraphDB Ontotex 8.1 integra OntoRefine, ésta es una herramienta que permite que archivos de diversos formatos como CSV o txt, al ser importados pueden "desordenarse", con lo cual esta herramienta es de gran utilidad para poder limpiar los datos y facilitar el modelado y análisis de los mismos. En general GraphDB, resulta ser intuitivo y práctico para su uso.

Como trabajo futuro se espera la utilización de las bases de datos NoSQL descritas en la implementación de un modelo de datos que incluye información semántica.

5 REFERENCIAS

Álvarez, C. C. P., Pinilla, C., & Bello, M. *Bases de datos orientadas a grafos.* Tecnología Investigación y Academia, 5(2), 153-160, 2017.

ArangoDB Documentation, *SQL / AQL – Comparison*, https://www.arangodb.com/why-arangodb/sql-aql-comparison/. Acceso Mayo 2018.

Concepts, https://docs.arangodb.com/3.3/Manual/DataModeling/Concepts.html. Acceso Mayo 2018.

Date, C. J. *Introducción a los sistemas de bases de datos*. Pearson Educación, 2001.

Date, C. J.. *A guide to the SQL standard: a user's guide to the standard database language SQL*. Addison-Wesley Professional, 1997

Document-and-graph-model, https://orientdb.com/docs/last/Tutorial-Document-and-graph-model.html. Acceso Agosto 2018.

GraphDB 8.6 Free Documentation, http://graphdb.ontotext.com/documentation/free/ Acceso Agosto 2018

Guide Data Modeling https://neo4j.com/developer/guide-data-modeling/ Acceso Mayo 2018.

Holzschuher, F., & Peinl, R. (2013, March). *Performance of graph query languages: comparison of cypher, gremlin and native access in Neo4j*. In Proceedings of the Joint EDBT/ICDT 2013 Workshops (pp. 195-204). ACM.

Neo4j.https://neo4j.com/ Acceso Agosto 2018

Prud, E., & Seaborne, *A. SPARQL query language for RDF*, 2006.

Rodriguez, M. A. *The gremlin graph traversal machine and language (invited talk).* In Proceedings of the 15th Symposium on Database Programming Languages (pp. 1-10). ACM, 2015.

SOC-POKEC, http://networkrepository.com/soc-pokec.php. Acceso Julio 2018.

Tesoriero, C. *Getting Started with OrientDB*. Packt Publishing Ltd, 2013.

Tiwari, S. *Professional NoSQL*. John Wiley & Sons, 2011.

Vaish, Gaurav. *Getting started with NoSQL*. Packt Publishing Ltd, 2013.

Vukotic, A., Watt, N., Abedrabbo, T., Fox, D., & Partner, J. *Neo4j in action*. Manning Publications Co., 2014.

Why ArangoDB?, https://arangodb.com/why-arangodb/. Acceso Mayo 2018.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Un estudio sobre la construcción del objeto personal funciones en ingresantes a las carreras de grado

Gómez, José[1], Cejas, Claudia[2], Ger, Carolina[2]

(1)Departamento Físico- Matemático. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. UNSE. Avda. Belgrano Sud 1912.
(2)Departamento de Ciencias Básicas. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. Avda. Belgrano Sud 1912.
CP 4200 Santiago del Estero, Argentina
(1)joseismaelgomez@unse.edu.ar, (2)claudiacejas@hotmail.com, (2)carolinager@hotmail.com

RESUMEN: Teniendo en cuenta las prácticas de enseñanza con estudiantes de la cátedra de Álgebra y Geometría Analítica, ingresantes a las carreras de grado de la Facultad de Ciencias Forestales (UNSE), se puede observarla brecha que existe entre el significado del objeto matemático "funciones" que es enseñado por el docente y el nuevo significado del objeto personal construido por el alumno. El propósito del siguiente trabajo es acercarse a dicho objeto para analizarlo, entenderlo y establecer así algunas de las razones que intervienen en su construcción. Entendiendo que el objeto personal es un emergente del sistema de prácticas personales significativas asociadas a un campo de problemas y que es progresivo a lo largo de la historia del sujeto como consecuencia de la experiencia y el aprendizaje, es que se tomarán las producciones elaboradas desde la asignatura para ser analizadas.

SUMMARY: Considering the teaching practices used with freshmen in the Algebra and Analytical Geometry subject of the degree programs at the Faculty of Forest Sciences (UNSE), the gap existing between the meaning given to the mathematic object "functions" as taught by the teacher and the new one constructed by the student can be observed. The objective of this work is to get a closer view of the object to analyze and understand it and thus establish some of the reasons intervening in its construction. By understanding that this personal object is an emergent from the system of significative personal practices associated to a field of problems and that it progresses throughout the subject's history because of their experience and learning process, it is that the productions elaborated from the cathedra will be analyzed.

Palabras clave: objeto personal, sistema de prácticas, funciones.

Keywords: personal object, practices system, functions.

1 INTRODUCCION

Los objetos matemáticos son fruto de la construcción humana, cambian a lo largo del tiempo y pueden ser dotados de significados diversos por personas e instituciones diferentes. Para analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje y utilizar un mismo lenguaje en el análisis de las posibles dificultades de los alumnos, contemplaremos la idea de objeto matemático y su significado desde una doble faceta institucional y personal.

La idea de objeto matemático, como emergente de un sistema de prácticas, parte del trabajo de Chevallard (1991), quien llamó praxema a los "objetos materiales ligados a las prácticas" y usó esta noción para definir el objeto como un "emergente de un sistema de praxemas". Por otro lado, la noción de práctica (Godino y Batanero, 1994), es aquí entendida como toda actuación o manifestación (lingüística o no) realizada por alguien para resolver problemas matemáticos, comunicar a otros la solución, validar la solución y generalizarla a otros contextos y problemas" (p. 334). Esta noción permite tener en cuenta el principio Piagetiano de la construcción del conocimiento a través de la acción.

Se entiende por objeto personal, algo de lo que se tiene conciencia subjetiva. El hecho de que los individuos pueden hablar sobre sus objetos personales (realizar prácticas discursivas sobre los mismos), conduce a una vía de investigación en Didáctica de las Matemáticas de gran relevancia. Por otra parte, un objeto personal implica la generación, por medio de la intersubjetividad que facilita la clase de Matemáticas, de una regla de comportamiento en el sujeto. Es esta última dimensión, que se conoce con la denominación de máxima pragmática, la que se toma en consideración en Godino y Batanero (1994) para definir el significado de un objeto personal Op como "el sistema de prácticas personales de una persona p para resolver el campo de problemas del que emerge el objeto Op en un momento dado" (p. 341). Según tal definición, el objeto personal supone haber establecido una conexión entre acciones potenciales y fines, conexión que es inteligente y, por tanto, está mediada simbólicamente.

Asimismo conviene observar que, dado que el significado de un objeto personal consiste en las prácticas que hace la persona y también en aquellas que haría o planificaría en otras situaciones en las que tuviera que resolver problemas similares, dicho objeto personal se convierte en una posibilidad permanente de planificación de prácticas. El hecho de considerar el objeto personal como un "emergente" y su significado de manera "holística" hacen que lo que realmente es relevante, es la existencia de prácticas (significativas) realizadas por el sujeto en las que interviene alguna representación del objeto. Es decir, unas entidades mentales que permiten centrar el interés en las descripciones y las representaciones a medida que se construyen a lo largo de una interacción en el marco de una institución escolar. De lo dicho antes se podría pensar que la relación entre el objeto personal y la práctica en la que dicho objeto es determinante para su realización se considera una relación de causa-efecto en la que el objeto personal sería la causa eficiente (dicho en términos aristotélicos). Contrario a este punto de vista, se considera conveniente interpretar la relación entre el objeto personal y la práctica en términos de brecha. Puesto que para realizar una práctica primero hay que valorar y decidir lo que va a hacer, después se tiene que decidir qué acción es la más indicada y, por último, se ha de mantener la acción desde el inicio hasta el final.

Una característica que presentan los significados y los objetos personales es que son fenómenos individuales, pero al estar inmerso el sujeto en instituciones donde necesariamente se dan interacciones, tienen también un carácter colectivo, por tanto cualquier análisis que los abordara desde uno solo de estos aspectos resultaría reduccionista. Por este motivo en el Enfoque Ontosemiótico EOS (Godino y Batanero, 1994) se introducen las instituciones, los objetos institucionales y los significados institucionales. Para Godino y Batanero una institución está constituida por las personas involucradas en una misma clase de situaciones problemáticas. El compromiso mutuo con la misma problemática conlleva la realización de unasprácticas sociales compartidas, las cuales están, asimismo, ligadas a la institución a cuya caracterización contribuyen.

Con relación al objeto institucional interesa resaltar los siguientes aspectos: (1) Las personas distinguen entre sus objetos personales y los objetos institucionales. Cuando hablan de sus objetos personales utilizan el discurso en primera persona, mientras que cuando hablan de los objetos institucionales utilizan el discurso en tercera persona. (2) Un objeto institucional implica la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

generación de una regla de comportamiento compartida por toda la institución. En Godino y Batanero (1994) también se recurre a la máxima pragmática para definir el significado de un objeto institucional OI: "Es el sistema de prácticas institucionales asociadas al campo de problemas de las que emerge OI en un momento dado" (p. 340).

Para el EOS, la dialéctica personal-institucional se convierte en una cuestión central y el alumno pasa de ser un alumno individual a ser un alumno-en-una- institución, lo que, obliga a distinguir entre objetos personales y objetos institucionales y a problematizar estas dos clases de objetos y la relación entre ellos. Para el EOS la relación entre los significados de los objetos personales y los institucionales hay que pensarla básicamente en términos de "ajuste". Se pretende que el significado de los objetos personales se ajuste lo más posible al significado de los objetos institucionales. Esta relación de ajuste es la que subyace (y por tanto posibilita) "la evaluación de los conocimientos de los alumnos".

Para explicar la dialéctica institucional-personal, en el EOS se consideran diferentes tipos de significados institucionales y personales: (1) Significado institucional de referencia, cuando un profesor planifica un proceso de instrucción sobre un objeto matemático para un grupo de estudiantes, comienza por delimitar "lo que es dicho objeto para las instituciones matemáticas y didácticas"; acudirá, por tanto, a los textos matemáticos correspondientes, a las orientaciones curriculares, y en general a lo que "los expertos" consideran que son las prácticas operativas y discursivas inherentes al objeto, que se fija como objetivo instruccional. Asimismo, el profesor usará sus conocimientos personales previamente adquiridos. Todo ello constituye un sistema de prácticas histórico- epistemológico-didáctico que se designa como significado institucional de referencia del objeto.(2) Significado institucional pretendido, sistema de prácticas que se planifican sobre un objeto matemático para un cierto proceso instruccional.(3) Significado institucional implementado, sistema de prácticas que efectivamente tienen lugar en la clase de matemáticas, las cuales servirán de referencia inmediata para el estudio de los alumnos y las evaluaciones de los aprendizajes. (4) Significado institucional evaluado, colección de tareas ocuestiones que incluye en las pruebas de evaluación y pautas de observación de los aprendizajes.

A partir de estos elementos teóricos que serán de referencia para el estudio, análisis e interpretación de la información, se han diseñado herramientas metodológicas para la implementación del estudio de caso.

2 DESARROLLO

La metodología utilizada para esta investigación se encuentra dentro del modelo cualitativo, estudio de casos. Por otra parte, podemos considerar que se trata de una investigación a nivel descriptivo, ya que a partir de los datos obtenidos es posible acompañar un posterior análisis de la información.

Los materiales teórico-prácticos, insumo de trabajo cotidiano, fueron series didácticas y guías de trabajos prácticos elaboradas por el equipo cátedra. En estos materiales se brindan los lineamientos teóricos, con precisiones de lenguajes simbólico y gráfico, a fin de brindar una mejor orientación del trabajo. Para la recolección de la información se tuvieron en cuenta las evaluaciones realizadas periódicamente a los estudiantes.

Se presentan aquí algunas de las actividades propuestas a los estudiantes, a las cuales debían responder de manera individual.

1) Dadas las siguientes funciones reales:

$$f: IR \rightarrow IR / f(x) = -2x^2 + 2$$
$$g: IR \rightarrow IR / g(x) = 2 - 4$$

a) Obtenga dominio e imagen para cada función.
b) Analice sus propiedades.
c) Grafique ambas funciones en un mismo sistema de ejes coordenados.
d) Encuentre f(0), f(-1), f(2), g(-2), g(-1) y ubique estos puntos en la gráfica correspondiente.
e) Obtenga (fog)(-1) y (gof)(-1). Grafique estos puntos, compárelos y de su opinión.

A fin de realizar un análisis de las mismas, se construyeron categorías y subcategorías que permitan acercar al objeto de estudio.

La tabla 1 muestra las categorías y subcategorías consideradas para las cuales, en función de la cantidad de respuestas obtenidas, se otorgan porcentajes que dan cuenta niveles de desarrollo de cada subcategoría.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Categorías y Subcategorías.

Categorías	Subcategorías	Porcentajes
Manejo de las formas del lenguaje	Elabora una representación gráfica–verbal adecuada de las dos funciones	52
	Elabora una representación gráfica–verbal adecuada de una sola función.	13
	Elabora una representación gráfica–verbal de las funciones en forma incorrecta	35
	Identifica simbólica y correctamente el dominio de las dos funciones	83
	Identifica simbólica y correctamente el dominio de una sola función	13
	Identifica incorrectamente el dominio de las funciones	4
	Identifica simbólica y correctamente la imagen de las dos funciones	25
	Identifica simbólica y correctamente la imagen de una sola función	38
	Identifica incorrectamente la imagen de las funciones	38
	Realiza adecuadamente la composición de funciones.	54
	Realiza la composición de funciones con errores	31
	Realiza incorrectamente el cálculo de composición de funciones	15
	Ubica adecuadamente puntos en la gráfica.	42
	Ubica algunos puntos correctamente en la gráfica	38
	Ubica incorrectamente los puntos en la gráfica	19
Reconocimiento y aplicación de propiedades y leyes de la disciplina	Identifica correctamente las propiedades de las dos funciones.	45
	Identifica correctamente las propiedades de una sola función.	30
	Identifica incorrectamente las propiedades de una función	25
	Justifica correctamente las propiedades de las dos funciones	33
	Justifica correctamente las propiedades de una sola función	0
	Justifica incorrectamente las propiedades de las funciones	67

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

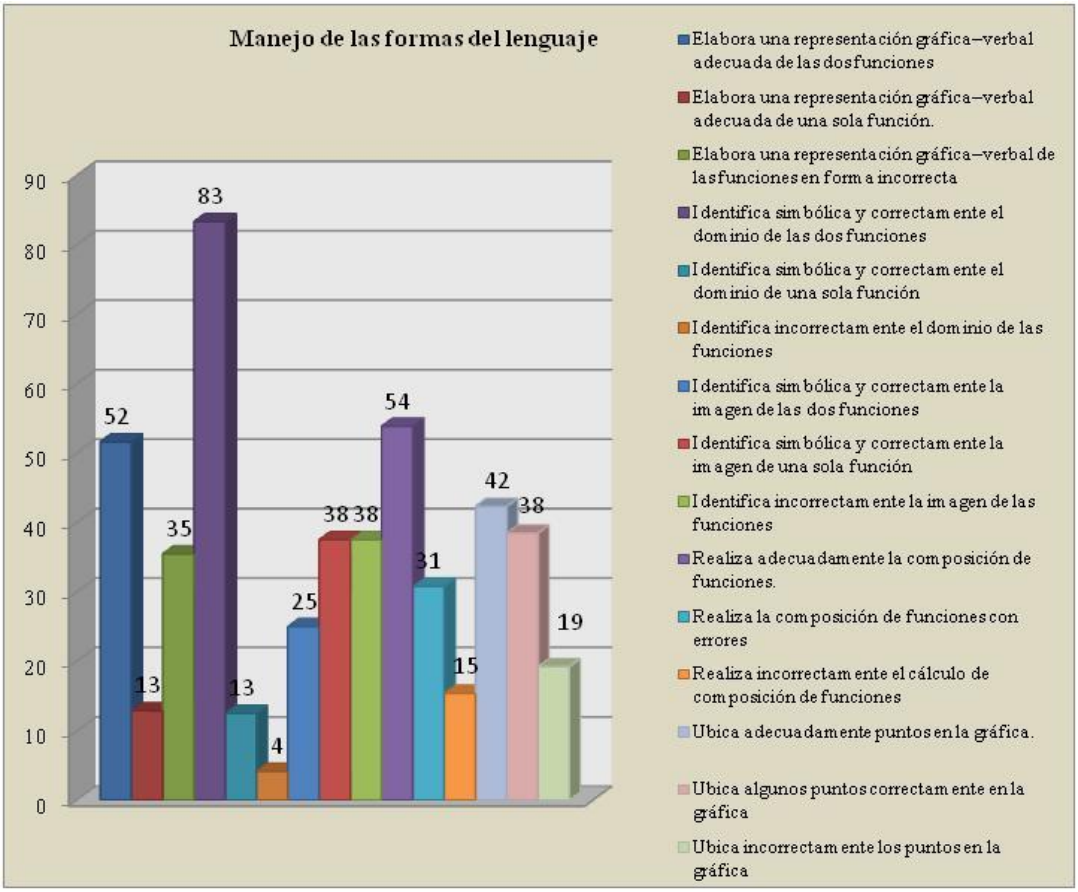


Figura 1. Manejo de las Formas del Lenguaje

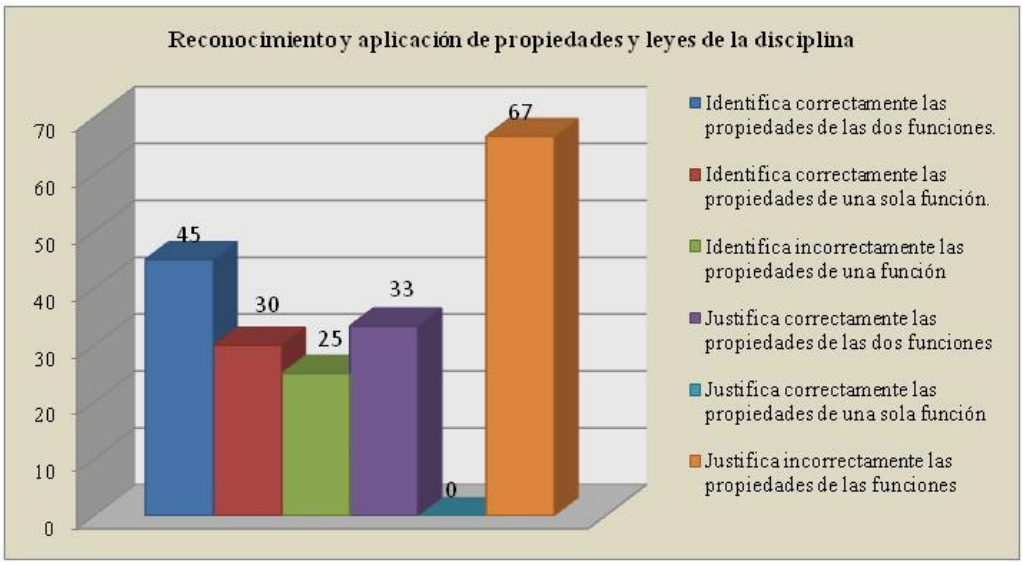


Figura 2. Reconocimiento y aplicación de propiedades y leyes de la disciplina.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

En relación a la primera categoría de análisis, se puede observar que la mayoría de los estudiantes realiza una representación grafico-verbal adecuada, pudiendo reconocer el dominio de las funciones y siendo la imagen de una función objeto de mayor dificultad, particularmente cuando se trata de funciones cuadráticas.

En relación a la composición de funciones, se puede notar que si bien en su mayoría proceden correctamente con el algoritmo, tienen dificultad para proceder para realizarla en ambos sentidos.

En cuanto a la representación de puntos de una función, se pude notar que si bien en su mayoría pueden representar correctamente una función haciendo uso de diferentes estrategias, al presentarles situaciones en las que los puntos aparecen en otro lenguaje, tal es el caso del ítem d) en las que se pide graficar f(2), f(-2); o bien decidir por ejemplo si el par (2,6) pertenece a la gráfica, son situaciones que producen confusiones permanentes.Este aspecto pone de manifiesto que hay una disociación entre representar una función y reconocer putos de una función.

En relación a la segunda categoría de análisis, se puede observar que se presentan mayores dificultades en el momento en la argumentación. Al solicitar a los estudiantes que analicen y justifiquen propiedades es donde se manifiestan los mayores obstáculos. Los indicadores bajan considerablemente. Se presentan aquí escasos escritos y en su mayoría con mucha informalidad.3. CONCLUSIONES

Los diferentes registros expresados por los estudiantes nos permiten confirmar que existe una brecha entre los objetos matemáticos presentados por el docente y los objetos matemáticos creados por el estudiante.

Vergnaud (1990) considera que elsignificado de un objeto matemático no puede quedar reducido a su mera definición desde un punto de vista didáctico y psicológico:"Un concepto no puede reducirse a su definición, al menos si nos interesamos en su aprendizaje y su enseñanza"(p. 135). "Son las situaciones las que dan sentido a los conceptos matemáticos, pero el sentido no está en las situaciones ni en las representaciones simbólicas. Es una relación del sujeto con las situaciones y los significados. Más precisamente, son los esquemas evocados en el sujeto individual por una situación o un significante lo que constituye el sentido de esta situación o este significante para el individuo" (p. 158).

Desde esta perspectiva y entendiendo por objeto personal, algo de lo que se tiene conciencia subjetiva, las categorías analizadas nos permiten arribar a algunas reflexiones: en relación a la primera categoría “Manejo de las formas del lenguaje” se puede decir que los estudiantes muestran mayores destrezas, y estos no es casual, ya que las experiencia que transitan en la asignatura se vinculan directamente con sus recorridos educativos previos. En relación a la segunda categoría “Reconocimiento y aplicación de propiedades y leyes de la disciplina” se puede evidenciar una mayor dificultad, ya que demanda de niveles de pensamiento más complejos, de hábitos de abstracción, de manejo del lenguaje formal, y para los cuales hay escasas experiencias previas, siendo posiblemente insuficientes las que hayan transitado en la asignatura.

3 BIBLIOGRAFIA

Godino, J. D. y Batanero, C. Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. 14(3), 325-355. 1994

Ramos P, Ana B. El significado significado del objeto personal función en las prácticas operativas y discursivas de estudiantes universitarios. *Investigaciones en educación matemática. Aportes desde una unidad de investigación.* ISBN Electrónico: 978-980-233-603-6. 1ra Ed. Maracay, Venezuela. 2015

.Godino, Juan D. *Un enfoque ontológico semiótico de la cognición e instrucción matemática.* 2003. http://www.ugr.es/local/jgodino/ Accedido el 10 de abril de 2018.

Vergnaud, G. La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 10 (2,3): 133-170. 1990

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Biodiesel por transesterificacion alcalina: Evaluación del agregado de metoxi en diferentes etapas.

García, Hernán J. [1]; Saavedra, Raúl M. [1]; Sánchez de Pinto, María I. [1]

(1)Instituto de Ciencias Químicas. Facultad de Agronomía y Agroindustrias. UNSE. Av. Belgrano (S) 1912 – CP 4200. Santiago del Estero, Argentina.
Epigarcia04@gmail.com

RESUMEN: El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de biodiesel mediante transesterificacion alcalina en una y dos etapas a partir de aceites usados de local gastronómico, a fin de optimizar el rendimiento y calidad del producto obtenido. Se trabajó con metanol en presencia de KOH como catalizador y a temperatura de 60ºC y un tiempo de reacción de 120 minutos con agitación constante (120 rpm). La producción se realizó en una etapa (agregado al inicio del 100% metoxi) en la cual se obtuvo un rendimiento del 73,6% y luego en dos etapas (agregado inicial del 80% del metoxi y a los 60 minutos el 20% restante) donde se obtuvo un 94,5% de rendimiento. Se determinaron los parámetros fisicoquímicos de calidad a los biodiesel obtenidos BioAUF1 y BioAUF2, cuyos valores se encuentran dentro de los aconsejados por las normas legales de calidad. Mediante TLC se determinó cualitativamente los componentes en los biodiesel y los factores de retención característicos de cada componente. El agregado del metoxi en dos etapas optimizó la producción y calidad del biodiesel ya que el BioAUF2 presentó un mayor punto de inflamación y mayor rendimiento.

ABSTRACT: The objective of the work was to evaluate the production of biodiesel by alkaline transesterification in one and two stages from used oils from gastronomic premises, in order to optimize the yield and quality of the obtained product. Methanol was worked in the presence of KOH as catalyst and at a temperature of 60 ° C and a reaction time of 120 minutes with constant agitation (120 rpm). The production was carried out in one stage (added at the beginning of 100% methoxy) in which a yield of 73.6% was obtained and then in two stages (initial addition of 80% of methoxy and at 60 minutes the remaining 20%) where a 94.5% yield was obtained. The physicochemical parameters of quality were determined to biodiesel obtained BioAUF1 and BioAUF2, whose values are within those recommended by the legal norms of quality. Through TLC, the components in the biodiesel and the characteristic retention factors of each component were determined qualitatively. The addition of methoxy in two stages optimized the production and quality of biodiesel since the BioAUF2 had a higher flash point and higher performance.
.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCION

La demanda energética está en continuo crecimiento debido al rápido crecimiento industrial y poblacional. Las mayores fuentes de energía provienen del petróleo, carbón y gas natural, las que están decreciendo día a día. (Sahar, 2018) La búsqueda de fuentes alternativas a los combustibles fósiles ha dado lugar a los estudios de biocombustibles, productos obtenidos principalmente a partir de materia prima vegetal, como la soja, la colza o el maíz. La producción y explotación de biocombustibles como una alternativa energética para la sustitución paulatina y el alargamiento del tiempo de vida de los combustibles fósiles tradicionales, es hoy, un tema de primer orden en el desarrollo tecnológico.

Los aceite usados (AU) en la cocción de alimentos generados en domicilios y locales gastronómicos, pueden causar problemas de salud y ambientales si su disposición final no es la adecuada. Los AU representan una materia prima prometedora para la producción de biodiesel y su utilización en motores diesel sustituyendo en forma parcial o total al diesel, debido fundamentalmente a que son biodegradables, se obtienen a partir de materia primas renovables (Souza Valente, 2010, Talebian-Kiakalaieh, 2013) y no competiría con alimentos para la población (Atapour, 2014).

La producción de biodiesel (alquil éster de ácidos grasos) se puede realizar mediante la reacción de transesterificación en la cual el aceite vegetal reacciona con el alcohol en presencia de un catalizador (Fig.1).



Figura.1: reacción de transesterificación de triglicéridos en éster

El biodiesel que se obtiene con este método y cuyas propiedades fisicoquímicas de calidad están reguladas por las normativas IRAM6515-1 (Rodríguez Ramos, 2017) presenta menor viscosidad con relación al aceite vegetal de partida, disminuyendo los problemas relacionados con la inyección de combustible en el motor y su fluidez a bajas temperaturas (Espitia Cubillos, 2018). El metanol es uno de los *alcoholes* más utilizado debido a su bajo costo. (Charoenchaitakool, 2011). Los catalizadores más utilizados para la producción de biodiesel pueden ser ácidos, básicos o enzimáticos. El uso de catalizadores básicos es aconsejado para aceites vegetales (AV) refinados que contengan un índice de acidez menor del 0,5%, ya que un alto contenido de ácidos grasos libres (AGL) conduce a un mayor consumo de catalizador al ser saponificado, produciendo un exceso de jabón, disminuyendo el rendimiento de la reacción y perjudicando el posterior proceso de purificación del biodiesel, incluyendo la separación del glicerol y del agua de lavado. Como catalizadores básicos, los más utilizados son KOH o NaOH (Saavedra, 2017). El *índice de acidez* (IA) de un aceite está relacionado con el contenido de ácidos grasos libres

a) Si es inferior a 1% es favorable la producción de biodiesel en una sola etapa.

b) Si el valor está dentro del rango de 1-2% la producción es favorable en dos etapas: inicialmente el 80% de alcohol-catalizador y luego el 20% restante.

c) y si el valor se encuentra en el rango 2-5% la producción se favorece con un pre-tratamiento de esterificación acida para que no afecte el rendimiento y la conversión de biodiesel (Lam, 2010).

El objetivo del trabajo fue evaluar la producción de biodiesel mediante transesterificación alcalina en una y dos etapas a partir de aceites usados de local gastronómico, a fin de optimizar el rendimiento y calidad del producto obtenido

2 MATERIALES Y METODOLOGIA

Caracterización fisicoquímica de los AU utilizados como materia prima

Los AU para la producción de biodiesel fueron recolectados en La casa del Folclorista (AUCF), los que recibieron un tratamiento inicial de: filtración, lavados con agua destilada a temperatura de 50 °C y posterior calentamiento a 110ºC hasta lograr un contenido de humedad menor a 1%. El contenido de humedad se determinó por Karl Fischer (mg/Kg-ASTM D4928). Se cuantificó: índice de acidez (mgKOH/Kg- ASTM D 664), densidad a 15 ºC (g/cm3 -ASTM D 4052), viscosidad cinemática con viscosímetro de Ostwald a 40 ºC(cSt-ASTM D445) e Índice de refracción con refractómetro ATAGO ABBE DR-A1.

Producción de Biodiesel

La producción de biodiesel se realizó mediante transesterificación alcalina, del AU

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

proveniente La casa del Folklorista en un volumen inicial de 7.5L, con 1.875L de metanol y KOH como catalizador, una temperatura de 60ºC, tiempo de reacción 120 min con agitación controlada (1200 rpm). Para la obtención del Biodiesel BioAUF1 el agregado del 100% del metoxi se realizo al inicio de la reacción (en una etapa) y para la obtención del BioAUF2 el agregado del metoxi se realizó en dos etapas: 80% al inicio de la reacción y luego de 60 min el 20% restante. En el transcurso de la reacción se tomaron alícuotas de 6 ml aproximadamente en diferentes tiempos (15 min; 30 min; 45 min; 60 min; 90 min; 120 min) las que fueron cuantificados los mono, di, triglicéridos, glicerina libre, glicerina total y metil-esteres y posteriormente mediante cromatografía de capa delgada una caracterización cualitativa de dichos componentes.

Separación y purificación del biodiesel

Los biodiesel obtenidos fueron separados por decantación en el reactor que se utilizó para su producción (reactor de capacidad máxima 10L, termostatizado automático y agitador manual), en dos fases, una mas densa correspondiente a la glicerina y otra menos densa que corresponde al biodiesel. Los biodiesel obtenidos luego de la separación de la glicerina por decantación, fueron lavados para eliminar impurezas tales como: jabones, catalizador, glicerol, metanol, etc. El primer lavado se realizó con ácido fosfórico 0.5N y los demás lavados con agua destilada caliente hasta alanzar un pH próximo al del agua utilizada para el lavado. El secado se realizó a 110ºC hasta alcanzar un color brillante y traslúcido y un contenido de humedad menor al 0.05%.

Caracterización fisicoquímica del biodiesel

A los biodiesel obtenidos se les cuantificaron los siguientes parámetros fisicoquímicos: Índice de acidez (IA) (mgKOH/Kg- ASTM D 664), Contenido de humedad por Karl Fischer (H) (mg/Kg-ASTM D4928), Viscosidad cinemática con viscosímetro de Ostwald a 40 ºC(VC) (cSt-ASTM D445), Densidad a 15 ºC(d) (g/cm3 - ASTM D 4052), Flash point con equipo SYD-262. Índice de corrosión al cobre (ICu) (ASTM-D-130), Índice de refracción (IR) con refractómetro ATAGO ABBE DR-A1. Glicerina Libre y Total y el contenido de metilester fueron cuantificados en el INCAPE-FIQ-UNL.

Separación e identificación cualitativa de los componentes mayoritarios en AU y biodiesel por TLC

Las muestras de biodiesel tomadas en el transcurso de la reacción fueron analizadas cualitativamente mediante TLC. La fase estacionaria es una de TLC de silica gel F254 soporte plástico, 10 cm x 6 cm. La fase móvil es una mezcla de hexano 90mL, con acetato de etilo 10mL y acido acético 1mL. La inyección es de 1µL de muestra. La línea de siembra es de 1.5cm arriba del borde inferior a la placa y se dejo que el frente de solvente suba aproximadamente 7.5cm desde la línea de siembra. Como revelador se utilizó vapores de Yodo durante 15 min. En las placas reveladas se identificaron los componentes mayoritarios de los biodiesel y se calculó el factor de retención (Rf) característicos de cada componente mediante el cociente de la distancia recorrida por el compuesto y la final distancia recorrida por el solvente.

Identificación cuantitativa de los componentes mayoritarios en AU y biodiesel

La cuantificación del contenido de tri di y mono glicéridos durante los 15, 45, 90 y 120 minutos de reacción de producción de los BioAUF1 y BioAUF2, se determinaron en el INCAPE-FIQ-UNL

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Caracterización fisicoquímica de los AU utilizados como materia prima

En la Tabla 1 se muestran las características fisicoquímicas de los AU utilizados para la producción de biodiesel en una (AUF1) y en dos etapas (AUF2).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de AU utilizados para la producción de biodiesel en una (AUF1) y en dos etapas (AUF2).

Parámetros Físico-Químicos	AUF1 (1 etapa)	AUF 2 (2 etapas)
Índice de Acidez(%)	0.89	0.75
Densidad (g/ml)	0.95	0.92
Contenido de Humedad(%)	0.10	0.32
Viscosidad cinemática(cSt)	49.7	51.9
Índice de Refracción	1.47	1.47

En Tabla 1 se observa que, los AUF1 y AUF2 presentaron un índice de acidez de 0,75% y 0,80%, inferiores al 1%, lo que indicaría que sería favorable la producción de biodiesel por transesterificación alcalina en una sola etapa (Lam, 2010). Cuando el aceite posee un alto contenido de ácidos grasos libres, estos pueden reaccionar formando jabones (Kumari, 2009), disminuyendo el rendimiento de la reacción e inhibiendo el posterior proceso de purificación del biodiesel, incluyendo la separación del glicerol y el agua de lavado (Fajardo, 2015). Si la acidez del aceite es muy alta, la neutralización (utilización de un exceso de sustancias alcalinas a temperatura de reacción, que neutraliza los ácidos formando y separando jabones, evitando la emulsión) no es conveniente porque implica la pérdida de los ácidos grasos libres en forma de jabones**.** Los contenidos de *humedad* de AUF1 y AUF2 luego del secado, alcanzaron valores entre 0,10 y 0,32 %, menores al 1%. Valores superiores al 1% favorecen a que los ácidos grasos libres reaccionen con el catalizador básico formando jabones, reacción desfavorable. (Lam, 2010). Los valores de la viscosidad cinemática variaron entre 49,7-51,9(cSt), su valor aumenta con el contenido de compuestos de polimerización generados por la alteración térmica. (Knothe, 2009). Las densidades de AUF1 y AUF2 resultaron similares con valores de 0,95 y 0,92g/ml respectivamente.

Producción de biodiesel

En la producción de biodiesel BioAUF1 (una etapa) el volumen de biodiesel obtenido fue de 5.52L y de glicerina fue 0.98L, resultando un rendimiento de 73.6% (Tabla 2). En la producción del biodiesel BioAUF2 (dos etapas) el volumen de biodiesel obtenido fue de 7.09L y de glicerina fue de 1.26L, lo que implica un rendimiento del 94.5% (Tabla 2). Similares resultados fueron publicados en Çayli, G. 2008.

En la Tabla 2 se muestran los parámetros fisicoquímicos de calidad determinados para BioAUF1 y BioAUF2 y los límites de calidad aconsejados por normas IRAM6515-1.

El *índice de acidez* es una medida de la concentración de los ácidos grasos libres, los valores 0,28 y 0,42%, son menores al valor máximo recomendado (0,5%). En comparación al índice de acidez de los aceites AUF1 y AUF2 utilizados como materias primas (Tabla 1), los índices de acidez de los bioAUF1 y BioAUF2 son significativamente menores. Un bajo valor de índice de acidez es favorable para evitar la corrosión de las partes del motor que contengan níquel, cobre y latón. Un alto valor de ácidos grasos puede ocasionar aumento en la degradación del biodiesel, aumentar la formación de depósitos en los sistemas de inyección y la probabilidad de corrosión (Saraf, 2007). Los valores de la *densidad* no presentaron variaciones, el valor de 0,88(g/mL) se encuentra dentro del rango de valores aconsejados por la normativa. Su valor está relacionado con la materia prima y la cantidad de alcohol remanente. Los valores de la *viscosidad cinemática* 4,64 y 5,24 (cSt) se mantuvieron dentro del rango de valores aconsejados por la normativa y resultaron inferiores a la viscosidad de la materia prima utilizada (Tabla 1), lo que indicaría una reducción de la viscosidad durante el proceso de transesterificación (Saavedra, 2017). En cuanto al contenido de *humedad* se puede observar que en bioAUF1 es levemente superior al valor aconsejado por normativa. Por lo que antes de ser utilizado en motor diesel debe ser secado, ya que un exceso de contenido de humedad en el biodiesel puede provocar problemas de hidrolisis (aparición de ácidos grasos libres) y causar corrosión del motor. Dado que los esteres metílicos son higroscópicos, durante el almacenamiento de los biodiesel pueden absorber más agua, la que por decantación se acumularía en el fondo de los tanques de almacenamiento promoviendo el contenido de los microorganismos, que degradarían el biodiesel. Los *puntos de inflamación* o ignición de los biodiesel obtenidos alcanzaron valores de 130 y 145 °C, superiores al límite mínimo sugerido por normativas vigentes (120°C). El mayor valor presentado por BioAUF2 indicaría un menor contenido de metanol sin

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

reaccionar, maximizando la seguridad de manejo y peligro de inflamabilidad. Los restos de metanol provocan bajas en la temperatura de inflamación, la viscosidad, la densidad y la corrosión al cobre. El *índice de refracción* de ambos biodiesel presenta valores de 1,46, y los valores de *corrosión al cobre* 1a, se encuentran dentro de los valores aconsejados por la normativa. Los contenidos de *glicerina libre y tota*l son levemente menores al límite máximo aconsejado, mientras que los contenidos de *metil-éster* son superiores al mínimo aconsejado, lo que indicaría una muy buena calidad de los biodiesel obtenidos.

Tabla 2. Parámetros fisicoquímicos de calidad y límites de calidad para biodiesel

Parámetros Físico-Químicos	BioAUF1 (1 Etapa)	BioAUF2 (2 Etapas)	Limites IRAM 6515-1
Índice de Acidez (%)	0.28	0.42	≤0.5
Densidad (g/ml)	0.88	0.88	0.86-0.90
Contenido de Humedad (%)	0.08	0.045	≤0.05
Viscosidad Cinemática (cSt)	5.24	4.64	3.5-5.0
Índice de Refracción	1.46	1.46	1.45-1.46
Corrosión al Cobre	1a	1a	Clase 1-3
Punto de Inflamación (°C)	130	145	≥130
Glicerina libre g/100g	0.	0.02	≤0.02
Glicerina totales g/100g	0.24	0.23	≤0.25
Esteres totales g/100g	83.38	84.39	≥80
Rendimiento (%)	73.6	94.5	≥98

En la Tabla 3 y Tabla 4 se muestra los resultados cuantitativos de los contenidos de mono, di y tri-glicéridos a los 15, 45, 90 y 120 minutos del transcurso de la reacción para la obtención de los BIOAUF1 y BioAUF2. Resultados similares fueron obtenidos por (Yuji Ueki 2017). Se puede observar una mayor disminución del contenido de triglicéridos durante la producción del BioAUF2 respecto a la producción del BioAUF1

Tabla 3. Análisis de mono, di y triglicéridos de las muestras recolectadas durante la producción de BioAUF1

Componentes	Tiempo (minutos)			
	15	45	90	120
Mono-gliceridos g/100g	0.93	1.05	1.25	1.27
Di-gliceridos g/100g	2.29	1.48	1.17	1.11
Tri-gliceridos g/100g	3.75	2.07	1.60	1.49

Tabla 4. Análisis de mono, di y triglicéridos de las muestras recolectadas durante la producción de BioAUF2

Componentes	Tiempo (minutos)			
	15	45	90	120
Mono-glicéridos g/100g	0.37	0.75	0.98	1.02
Di-glicéridos g/100g	1.48	1.20	1.12	0.99
Tri-glicéridos g/100g	2.82	164	1.22	1.20

Separación e identificación cualitativa de los componentes mayoritarios por TLC

Con la finalidad de evaluar el avance de la reacción química y determinar cualitativmente la existencia de mono, di y trigliceridos al final de la reaccion se realizó una cromatografia en placa delgada TCL. Se evaluaron las muestras de aceite AUF1 y AUF2 y de los biodiesel obtenidos a partir

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

de estos aceites a los diferentes tiempos de reacción (15, 30, 45, 60, 90, 120 minutos). El revelado de la placa permitió diferenciar en forma cualitativa los diferentes componentes (mono, di y triglicéridos, metilester,etc) según su distancia de desplazamiento relacionandolos con un patrón conocido, publicado en Fedosov et al.2011.

En la Figura 2 se muestra la placa revelada luego de la corrida de las muestras de aceite AUF1 y de las muestras obtenidas durante la producción de BioAUF! a los 15, 30, 45, 60, 90, 120 minutos. En la Figura 3 se muestra la placa revelada luego de la corrida de las muestras de aceite AUF2 y de las muestras obtenidas durante la producción de BioAUF2 a los 15, 30, 45, 60, 90, 120 minutos. Se observan diferentes manchas de diferentes tamaños a diferentes alturas, destacandose en los aceites AUF1 yAUF2 una mancha de gran tamaño que corresponde al elevado contenido de los triglicéridos. En las calles de los biodiesel se observa a una mayor distancia de desplazamiento una gran mancha que corresponderia al elevado contenido de metiléster y a menores distancias manchas de menor tamaño correspondientes a los trigliceridos, digliceridos y monogliceridos. El tamaño de la mancha y la intensidad del color estarian relacionados con el contenido del componente, es destacable en los biodiesel la disminución del tamaño y color de las machas indicadoras de los trigliceridos con el tiempo de reacción, lo que indicaría una mayor conversión de trigliceridos en di y monogliceridos. Los Rf de mono, di, tri, Ac. oleico y metil-ester para las muestras extraídas durante la producción de BioAUF1 son 0.09; 0.15; 0.54; 0.27; 0.73 respectivamente. Los Rf de mono, di, tri, Ac. oleico y metil-éster para las muestras extraídas durante la producción de biodiesel BioAUF2 son: 0.09; 0.17; 0.58; 0.27; 0.76 respectivamente.



Figura 2: TLC para producción de BioAUF1



Figura 3: TLC para producción de BioAUF2

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

4 CONCLUSIONES

Los aceites AUF1 y AUF2 procedentes de un local gastronómico fueron convertidos exitosamente en biodiesel, obteniendo un mayor rendimiento cuando el agregado de metoxi se realizó en dos etapas. La calidad del los biodiesel obtenidos BioAUF1 y BioAUF2 fue evaluada a través de propiedades fisicoquímicas y comparadas con los valores límites recomendados por IRAM 6515-1. Las propiedades fisicoquímicas de ambos biodiesel cumplen con los requerimientos de calidad exigidos por la legislación vigente. El agregado del metoxi en dos etapas optimizó la producción y calidad del biodiesel ya que el BioAUF2 presentó un mayor punto de inflamación y mayor rendimiento

5 BIBLIOGRAFIA

ASTM Standard Test Method for ASTM: www.astm.org

Atapour, M., Kariminia, H., Moslehabadi,P.M. *Optimization of biodiesel production by alkali-catalyzed transesterification of used frying oil. Process Safety and Environmental Protection. 92, 179-185*. 2014.

Çayli, G., Küsefoglu, S. Increased yields in biodiesel production from used cooking oils by a two step process: comparison with one step process by using TGA - *Fuel Processing Technology, 89, 118-122.*, 2008

Espitia Cubillos, A.A, Delgado Tobon, A.E., Aperador Chaparro, W.A, Oleorresina de copaiba como material prima para la produccion de Biodiesel, *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 34, 317-329, 2018

Fajardo Hernandez, F, J. "Técnicas de Caracterización para el Biodiésel basadas en la Normatividad Internacional ASTM*". México* 2015.

Knothe G, , Krah, J., Van Gerpen, J. The biodiesel handbook. Second Edition. *Champaign 1st ed. AOCS 1-501*. 2010.

Kumari, A. ,Mahapatra, P. Kumar Garlapati, V., Banerjee, R. Enzymatic transesterification of Jatropha oil. *Biotechnology for biofuels. 1-7*. 2009

Lam, M, K, Lee, K. T., Mohamed, A.R.. Homogeneous, heterogeneous and enzymatic catalysis for transesterification of high free fatty acid oil (waste cooking oil) to biodiesel: A review. *Biotechnology Advances 28,500-518*, 2010

Rodríguez Ramos, P. A., Hernández Milán, A., Melo Espinosa, E.A., Zumalacárregui de Cárdenas, O., L. M., Pérez Ones, L. Pérez Ruíz y R. Piloto-Rodríguez, Caracterización del biodiesel obtenido del aceite de *Jatropha curcas* L. *AFINIDAD* 75, 46-51, 2018

Saavedra, R.M., Juarez, P.M., García, H.J., Sánchez de Pinto, M.I., Ardila, A.N. "Biodiesel a partir de aceite usado domiciliario: efecto del tiempo de reacción," Investigaciones en *Facultades de Ingeniería del NOA* (ISSN: 1853-6662), vol. 3, Catamarca. Argentina, p. 7 , 321-328, 2017.

Sahar, Sadaf, S., Iqbal, J., Ullah, I., Bhatti, H. N., Nouren, S., Rehman, H., Nisar, J., Iqbal, M. Biodiesel production from waste cooking oil: An efficient technique to convert waste into biodiesel. *Sustainable Cities and Society*. 41, 220-226. 2018

Saraf, S., Thomas, B. Influence of feedstock and process chemistry on biodiesel quality. *Process Safety and Environmental Protection* 85. (5)360-364. 2007

Souza Valente, O., Duarte Pasa, V.M., Rodriguez Pereira Belchior,C., Sodré, J.R. Physical-chemical properties of waste cooking oil biodiesel and castor oil biodiesel blends. *Fuel* 90, 1700-1702. 2011

Talebian-Kiakalaieh, A. Amin, N. A. S., Mazaheri, H. A review on novel processes of biodiesel production from waste cooking oil. *Applied Energy* 104, 683-710. 2013.

Yuji Ueki, Seiichi Saiki, Hiroyuki Hoshina and Noriaki Seko, Biodiesel fuel production from waste cooking oil using radiation-grafted fibrous catalysts, *Radiation Physics and Chemistry*, 143, 41-46 2018

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

El uso del software GeoGebra como estrategia didáctica para la enseñanza de superficies cuádricas

Rafael, Bettiana[1], Lima, Alejandra[1], Ledda, Viviana[1]

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Departamento Académico de Matemática, Cátedra de Álgebra y Geometría Analítica, Universidad de Santiago del Estero - 4200 Santiago del Estero, Argentina. bettianarafael74@yahoo.com.ar, brafael@unse.edu.ar ablima_ing@hotmail.com, alejandra.b.lima@gmail.com

RESUMEN: A partir del diagnóstico sobre dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje, el rendimiento académico y diversos factores que resultan verdaderos obstáculos en la formación del estudiante, se considera necesario la utilización de recursos tecnológicos y el desarrollo de aplicaciones didácticas que permitan adquirir conocimientos de manera dinámica y fortalecer los aprendizajes significativos.
En este contexto, en el marco del Proyecto de Investigación: Las competencias en el proceso de formación de los estudiantes del Profesorado en Matemática de la FCEyT, usando GeoGebra; se presenta como estrategia didáctica para la enseñanza del contenido Superficies Cuádricas, el uso del software GeoGebra. La misma está destinada a estudiantes del Profesorado en Matemática y de las carreras de Ingeniería que ofrece la Facultad. En ella se detallan métodos, recursos utilizados e implementación. El objetivo es lograr que visualicen e identifiquen tipos de superficies cuádricas y las trazas de éstas con los planos coordenados y paralelos a ellos. Con esto se busca que los estudiantes desarrollen competencias básicas y específicas que permitan superar los obstáculos de aprendizaje del tema, representar, experimentar y razonar conceptos matemáticos, aplicar en ejemplos cotidianos y posibilitar una inserción más activa y una mejor integración intra e inter universidad.

ABSTRACT: Based on the diagnosis of difficulties in the teaching and learning processes, academic performance and various factors that are real obstacles in the student's formation, the use of technological resources and the development of didactic applications that allow acquiring knowledge in a practical way are considered necessary dynamic and the strengthening of significant learning.
In this context, within the framework of the Research Project ,Competencies in the process of training students of the Teaching Staff in Mathematics of the FCEyT, using GeoGebra; it is presented as a didactic strategy for the teaching of the content of quadric surfaces, the use of the GeoGebra software. It is intended for students of the Faculty of Mathematics and Engineering careers offered by the Faculty. It details methods, resources used and implementation. The objective is to have them visualize and identify types of quadric surfaces and the traces of them with the planes coordinated and parallel to them.
This is aimed at students developing basic and specific skills that overcome the obstacles of learning the subject, represent, experiment and reason mathematical concepts, apply in everyday examples and enable a more active insertion and better intra- and inter-university integration.

Palabras Claves: Estrategia didáctica, GeoGebra, Superficies Cuádricas

Keywords: Didactic strategy, GeoGebra, Quadric Surfaces

1 INTRODUCCION

Las dificultades en los procesos de enseñanza y aprendizaje, el rendimiento académico y diversos factores que resultan verdaderos obstáculos en la formación del estudiante, plantean desafíos a la Educación Superior debido al impacto que los cambios continuos científicos, tecnológicos, sociales y culturales de los últimos años, con la incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han producido en la sociedad.

Esto ha posibilitado la aparición de nuevos procesos de aprendizaje y modos de transmisión del conocimiento, creando contextos educativos innovadores.

El gran desafío que se plantea hoy en día es la capacitación previa de los futuros profesionales mediante estrategias de enseñanza que, con la incorporación de los recursos que brindan las TIC, les permitan reflexionar y razonar sobre los nuevos conocimientos. Para responder a estos desafíos, las instituciones educativas deben revisar sus referentes actuales y promover experiencias innovadoras en procesos de enseñanza y aprendizaje apoyados en estas tecnologías. En este terreno las universidades convencionales se enfrentan a dificultades asociadas a la capacidad de flexibilización de sus estructuras (Barberá, Majós, Onrubia, Aguado, 2008).

En la práctica docente, las herramientas tecnológicas con las que se cuentan pueden ser un apoyo fundamental, que permiten que la enseñanza sea más dinámica e interesante para los estudiantes, logrando que éstos le encuentren sentido a su formación matemática, desarrollando y fortaleciendo sus competencias como futuros profesionales, actualizando y profundizando sus conocimientos, creciendo en lo personal y mejorando su desempeño (Marques, 2011).

En este sentido, se considera que el empleo de software educativos, como estrategia didáctica para la enseñanza de contenidos curriculares en asignaturas de las carreras de la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE), permitirá a los estudiantes, en contacto directo con entornos educativos innovadores, desarrollar competencias básicas y específicas vinculadas con la apropiación de conocimientos pertinentes, la adopción de posturas críticas y flexibles, la adquisición y aplicación de destrezas metacognitivas, el fortalecimiento de aprendizajes significativos y la participación activa en situaciones de aprendizaje cooperativo.

En este contexto y en el marco del Proyecto de Investigación: Las competencias en el proceso de formación de los estudiantes del Profesorado en Matemática de la FCEyT, usando GeoGebra; se presenta como estrategia didáctica para la enseñanza del contenido Superficies Cuádricas, en las asignaturas Geometría Analítica de PM y Álgebra y Geometría Analítica de carreras de Ingeniería, el uso del software educativo GeoGebra, que les permitirá a los estudiantes visualizar e identificar los tipos de superficies cuádricas; como también las trazas de las mismas con los planos coordenados y paralelos a ellos, con la correspondiente justificación analítica.

2 DESARROLLO

En las asignaturas Geometría Analítica y Álgebra y Geometría Analítica correspondientes a los Planes de Estudio (PE) del PM y de las Carreras de Ingeniería, respectivamente, de la FCEyT de la UNSE, se estudian las nociones básicas de la Geometría Analítica Clásica, enfocadas desde un punto de vista vectorial y matricial, desarrollando temas como Vectores en el plano y en el espacio, Recta en el plano y en el espacio, Plano en el espacio, Cónicas y Superficies Cuádricas.

En los espacios curriculares antes mencionados, particularmente en la unidad correspondiente a Superficies Cuádricas, se observa que los estudiantes tienen habilidades procedimentales cuando se trata de manipular ecuaciones o fórmulas pero poseen serias dificultades a la hora de visualizar, argumentar o interpretar las gráficas de estas superficies como así también las trazas de éstas con los respectivos planos considerados.

Se considera que esto se debe principalmente a que no han adquirido de forma adecuada los conceptos y se les dificulta su interpretación, siendo este un indicador de que el aprendizaje de los estudiantes no es significativo.

En este marco, y tomando como base uno de los objetivos específicos del Proyecto arriba mencionado, Implementar estrategias didácticas con la aplicación de entornos virtuales que permitan representar, experimentar y razonar conceptos matemáticos ofreciendo nuevas y mejores metodologías de aprendizaje se propone incorporar estrategias didácticas mediante el uso de las TIC, las cuales proporcionan a los docentes y estudiantes herramientas mediadoras en todas las

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

áreas del saber, generando nuevas formas de trabajo, nuevos recursos educativos innovadores en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En particular, la utilización de una herramienta potente como lo es el software educativo GeoGebra presenta en estos procesos una serie de ventajas como ser el potencial gráfico que facilita la exploración por parte del estudiante y lo mantiene motivado, provocando una retroalimentación inmediata por su característica interactiva lo que favorece el aprendizaje a partir del ensayo – error y el entorno algebraico que evita pérdidas de tiempo, entre otras (Rodino, 1996).
A partir de las dificultades observadas en los alumnos se utiliza como estrategia didáctica el software educativo GeoGebra para el desarrollo del tema Superficies Cuádricas, lo cual les permitirá visualizarlas e identificar las trazas de las mismas con los planos coordenados y planos paralelos a ellos.
Con esta propuesta se busca que los estudiantes desarrollen competencias básicas y específicas que permitan superar los obstáculos de aprendizaje del tema, representar, experimentar y razonar conceptos matemáticos relacionándolos con los distintos espacios curriculares de los PE de las carreras que cursan, aplicar en ejemplos cotidianos y posibilitar una inserción más activa y una mejor integración intra e inter universidad.

2.1 Superficies cuádricas

Las superficies cuádricas más simples en el espacio son las definidas por ecuaciones de segundo grado en coordenadas cartesianas ortogonales, del tipo:

$$A x^2 + B y^2 + C z^2 + Dxy + Exz + Fyz + Gx + Hy + Iz + J = 0 \quad (1)$$
$$con \;\; A \neq 0 \vee B \neq 0 \vee C \neq 0$$

En general, una sección plana de una cuádrica (traza) es una cónica, una forma degenerada o límite de ésta (pares de rectas).
Por rotaciones y traslaciones de ejes, la ecuación de una superficie cuádrica (1) puede llevarse a una de las dos formas siguientes:

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 = d \quad (2)$$
$$\vee$$
$$Ax^2 + By^2 + Cz = 0 \quad (3)$$

Para dibujar una superficie es útil analizar sus simetrías (con respecto al origen del sistema de coordenadas, a los ejes coordenados, a los planos coordenados); encontrar, si es que existen, las intersecciones con los ejes, con los planos coordenados y los planos paralelos a los mismos.
Se comienza presentando algunos tipos básicos de superficies cuádricas como las que se observan en la Tabla 1, donde se muestra solo una de las varias orientaciones posibles de cada superficie, las cuales se estudian a partir de sus ecuaciones canónicas. Las tres primeras ecuaciones son de la forma (2) y las tres últimas del caso (3), que corresponden a superficies cuádricas sin centro (Rabuffetti, 1991)

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 2. Superficies Cuádricas. Ecuaciones.

Superficie Cuádrica	Ecuación	
Elipsoide	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$	$con\ a\neq 0 \wedge b\neq 0 \wedge c\neq 0$
Superficie esférica		$si\ \ a=b=c$
Hiperboloide de una hoja	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1$	$con\ a\neq 0 \wedge b\neq 0 \wedge c\neq 0$
Hiperboloide de dos hojas	$-\frac{x^2}{a^2}-\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$	$con\ a\neq 0 \wedge b\neq 0 \wedge c\neq 0$
Cono elíptico	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=0$	$con\ a\neq 0 \wedge b\neq 0 \wedge c\neq 0$
Cono circular		$si\ \ a=b=c$
Paraboloide Elíptico	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}=\frac{z}{c}$	$con\ a\neq 0 \wedge b\neq 0 \wedge c\neq 0$
Paraboloide Circular		$si\ \ a=b=c$
Paraboloide Hiperbólico	$\frac{y^2}{b^2}-\frac{x^2}{a^2}=\frac{z}{c}$	$con\ a\neq 0 \wedge b\neq 0 \wedge c\neq 0$

2.2 Planteo y resolución de la situación problemática

Dada la ecuación:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}-\frac{z^2}{c^2}=1\ con\ a\neq 0 \wedge b\neq 0 \wedge c\neq 0 \qquad (4)$$

La superficie asociada a ella es un hiperboloide de una hoja, con centro de simetría en C=(0,0,0). El eje del mismo está dado por la variable negativa. Su representación gráfica, como lo muestra la Fig. 1, usando el software educativo GeoGebra es:

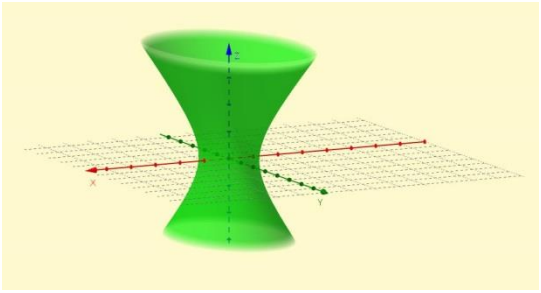


Figura 1. Gráfica del hiperboloide de una hoja.

2.2.1 Ejemplo

Sea el hiperboloide de una hoja de ecuación:

$$\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{9}-\frac{z^2}{9}=1 \qquad (5)$$

Al presentar esta ecuación a los estudiantes y pedir la representación de la superficie asociada a ella en el espacio tridimensional, es donde les surge la dificultad a la hora de visualizar, argumentar o interpretar la gráfica de la misma. Es por ello que proponemos el uso del software educativo GeoGebra, para su visualización como la de sus diferentes trazas, desde distintos ángulos.

La representación gráfica del hiperboloide de una hoja cuya ecuación está dada en (5), como lo muestra la Fig. 2.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

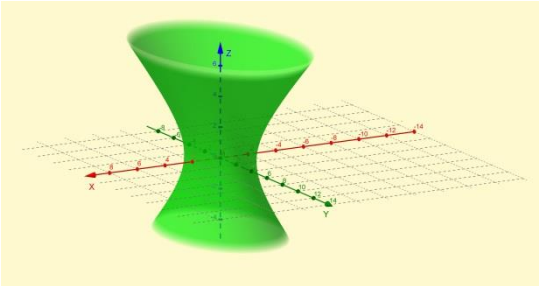


Figura 2. Gráfica del hiperboloide de una hoja de ecuación dada en (5).

A continuación se analiza analítica y gráficamente el ejemplo:
-Traza con el plano xy , z = 0, es la elipse de ecuación:

$$\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{9}=1 \qquad (6)$$

-Traza con el plano xz , y = 0, es la hipérbola de ecuación:

$$\frac{x^2}{4}-\frac{z^2}{9}=1 \qquad (7)$$

-Traza con el plano yz, x = 0, es la hipérbola de ecuación:

$$\frac{y^2}{9}-\frac{z^2}{9}=1 \qquad (8)$$

cuya representación gráfica es como lo muestra la Fig. 3.

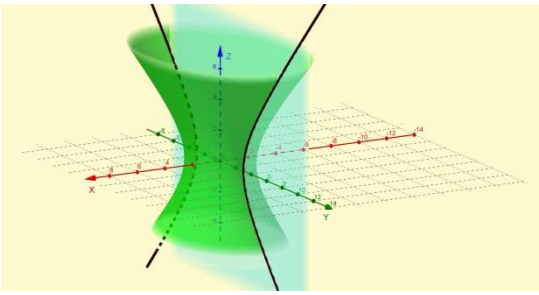


Figura 3. Traza con el plano coordenado yz de ecuación dada en (8).

De igual manera, al buscar las trazas con planos paralelos a los planos coordenados, haciendo $x = x_0$, $y = y_0$, $z = z_0$, y dando a x_0 , y_0 , z_0, los valores adecuados para que los planos asociados a dichas ecuaciones tengan intersección no vacía con la gráfica de la superficie cuádrica (es decir, que corten a la gráfica de la superficie cuádrica), se obtiene:
-Traza con el plano paralelo al plano coordenado yz, $x = x_0$, es la hipérbola de ecuación:

$$\frac{y^2}{9}-\frac{z^2}{9}=1-\frac{{x_0}^2}{4} \qquad (9)$$

-Traza con el plano paralelo al plano coordenado xy , $z = z_0$,es la elipse de ecuación:

$$\frac{x^2}{4}+\frac{y^2}{9}=1+\frac{{z_0}^2}{9} \qquad (10)$$

cuya representación gráfica es como lo muestra la Fig. 4. Para $z_0 = 4$

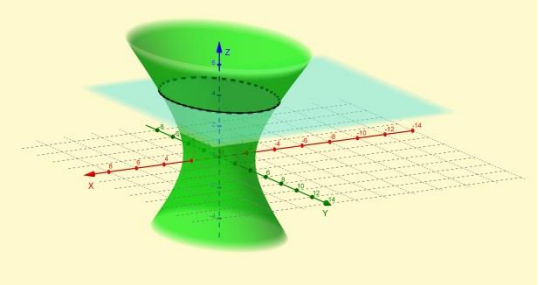


Figura 4. Traza con el plano paralelo al coordenado xy, para $z_0 = 4$.

-Traza con el plano paralelo al plano coordenado xz, $y = y_0$, es la hipérbola de ecuación:

$$\frac{x^2}{4}-\frac{z^2}{9}=1-\frac{{y_0}^2}{9} \qquad (11)$$

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

3 CONCLUSIONES

El uso del software GeoGebra como estrategia didáctica para la enseñanza de Superficies Cuádricas, ayuda a reflexionar sobre algunas conclusiones:

- Facilidad de comprensión de los gráficos debido a las poderosas herramientas de visualización del software.
-Desarrollo de un pensamiento crítico por parte de los alumnos, debido a las diferentes actividades de exploración.
- Creación de oportunidades para que los estudiantes comparen situaciones reales con situaciones ideales descriptas por los modelos matemáticos
- Adquisición de conocimientos de manera dinámica y visual.
- Aprendizaje significativo de los conceptos que se involucran

Se considera que esta forma de trabajo resulta beneficiosa para los estudiantes del PM y de las carreras de Ingeniería de la FCEyT de la UNSE, como futuros profesionales.

Se espera que cada vez sea mayor el número de cátedras que integren, en los diferentes espacios curriculares, herramientas informáticas propiciando el uso de las TIC en la comunidad universitaria.

El trabajo a futuro será incorporar e implementar nuevas estrategias didácticas para las otras unidades de las planificaciones de las asignaturas correspondientes.

4 REFERENCIAS

Barberá Gregori, E., T. Majós, J. Onrubia, G. Aguado, Perspectivas actuales sobre la calidad educativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje que incorporan las TIC, *Como valorar la calidad de la enseñanza basada en las TIC,* Graó, 29–46, 2008.

Los docentes hoy: funciones, roles competencias necesarias en TIC, formación, *Departamento de pedagogía aplicada, Facultad de Educación, UAB*. http://peremarques.pangea.org/docentes.html Noviembre 2017.

Rabuffetti, H.T., *Introducción al análisis matemático (Calculo 2).*El Ateneo, Buenos Aires, 47-71, 1991.

Rodino, A.M., Las nuevas tecnologías informáticas en la educación: viejos y nuevos desafíos para la reflexión pedagógica, *Memoria del VII Congreso internacional sobre Tecnologías y Educación a distancia*, 51-71, 1996.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Rendimiento de Redes Móviles en Circuito de Turismo Religioso de Santiago del Estero

Rocabado Sergio[1], Herrera Susana[2], Clusella Mercedes[2], Cheein David[2], Leturia Fernando[2], Sanchez Zuain Silvia[2], Trejo Saavedra Stefano[2]

(1) Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta, 4400 Salta, Argentina. srocabado@di.unsa.edu.ar
(2) Facultad de Ciencias para la Innovación, Universidad Católica de Santiago del Estero, 4200, Santiago del Estero, Argentina. suiherrera@gmail.com

RESUMEN: Los circuitos de turismo religioso de la Provincia de Santiago del Estero abarcan zonas aisladas donde la cobertura de red celular es limitada y la energía es un recurso escaso. Los usuarios de celulares que visitan estas zonas disponen de servicios de datos con tasas de transmisión bajas, que degradan el rendimiento de las aplicaciones móviles e incrementan el consumo de energía de los dispositivos móviles. Se realizaron mediciones del rendimiento de las redes de comunicación celular en puntos de interés del circuito religioso del Camino Real. Los resultados obtenidos permitieron establecer los lugares donde el rendimiento de la red celular es adecuado para la ejecución de aplicaciones móviles y aquellos en los que no lo es.
A partir de los resultados de las mediciones, se estudió la posibilidad de utilizar mecanismos alternativos de conectividad para mejorar el rendimiento de la red celular y asegurar el correcto funcionamiento de las aplicaciones móviles. Para ello, se desplegó un escenario de comunicaciones, en el cual los dispositivos móviles se conectan a la red celular a través de un amplificador de señal. Las pruebas y mediciones realizadas sobre el escenario permitieron determinar las mejoras en el rendimiento y el consumo adicional de energía que introduce el uso del amplificador.

ABSTRACT: Religious tourism circuits in the Province of Santiago del Estero cover isolated areas where cellular network coverage is limited and energy is a scarce resource. Cellular users who visit these areas have data services with low transmission rates that degrade the performance of mobile applications and increase the energy consumption of mobile devices.
Measurements were made of the performance of the cellular communication networks in points of interest of the religious circuit of the Camino Real. The obtained results allowed to establish the places where the performance of the cellular network is adequate for the execution of mobile applications and those in which it is not.
From on the results of the measurements, it was studied the possibility of using alternative connectivity mechanisms to improve the performance of the cellular network and ensure the proper functioning of mobile applications. To this end, a communications scenario was deployed, in which mobile devices are connected to the cellular network through a signal amplifier. The tests and measurements performed on the scenario made it possible to determine the improvements in performance and additional energy consumption introduced by the use of the signal amplifier.

Palabras claves: Redes celulares, dispositivos móviles, rendimiento, consumo energético.

Keywords: Cellular networks, mobile devices, performance, energy consumption.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCION

En este artículo se presenta un estudio del rendimiento de las redes de comunicación celular disponibles en los lugares que corresponden al circuito religioso del Camino Real. Este abarca 8 puntos de interés (figura 1) entre los que sobresalen los santuarios de San Esteban y Mama Antula. En todos los puntos de interés se efectuaron mediciones conectando los dispositivos a la red celular en posiciones estratégicas para determinar: tecnología disponible (LTE, HSPA+, HSPA o EDGE), Indicador de fuerza de señal de recepción (RSRP o RSSI), Latencia ICMP y velocidad de descarga y subida de datos.



Figura 1. Mapa del circuito

Los resultados obtenidos en las mediciones realizadas, indicaron que en la mayoría de los sitios de interés del camino real el rendimiento de la red celular no es adecuado para la ejecución de aplicaciones móviles.
Ante esto y para garantizar el correcto funcionamiento de las aplicaciones móviles se realizaron mediciones en zonas rurales aisladas con características similares a las del camino real, utilizando un amplificador de señal para tecnologías 2G, 3G y 4G sobre múltiples bandas de frecuencia (850 MHz, 1900 MHz y 1700/2100 MHz). Las mediciones en estos casos permitieron: 1) obtener mejoras en el rendimiento de la red celular, 2) determinar el consumo adicional de energía que introduce el uso del amplificador y 3) dimensionar un sistema fotovoltaico portátil que entregue la energía requerida por el amplificador

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Tecnologías celulares

La telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red celular) y los dispositivos móviles que permiten el acceso a dicha red. La telefonía móvil emplea ondas de radio, y las señales se transmiten a través del aire. Dado que los interlocutores de la llamada pueden estar en movimiento, es necesario utilizar potencias de transmisión elevadas para lograr grandes coberturas.
Las dos principales familias de tecnologías a nivel mundial son CDMA y TDMA. Cada familia fue evolucionando en el tiempo y esas evoluciones son las denominadas generaciones: segunda generación (2G), tercera generación (3G) y cuarta generación (4G) (Figura 2).

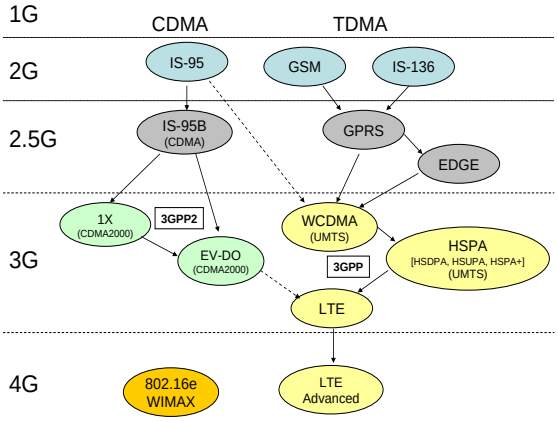


Figura 2. Diagrama de evolución de las tecnologías de celular (Elaboración propia)

A partir de la segunda generación se brindan servicios de datos orientados a paquetes sin

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

requerir el establecimiento de una conexión (*connectionless*): GPRS y EDGE. Estas extensiones se denominan comúnmente tecnologías 2.5G y posibilitan el acceso a Internet con velocidades reducidas de descarga.
La tercera generación de redes celulares ofrece servicios de datos orientados a paquetes con tasas de transmisión de hasta 2 Mbit/s en ambientes "*indoor*" de baja movilidad. Las principales tecnologías de 3ra generación son: UMTS y CDMA 2000. Siendo UMTS (WCDMA/HSPA) la evolución de las operadoras que utilizan el estándar GSM y se encuentra estandarizado por 3GPP (3rd Generation Partnership Project), mientras CDMA 2000 (EV-DO) es la evolución de CDMA y esta estandarizado por 3GPP2 (3rd Generation Partnership Project 2).
LTE se presenta como evolución para las tecnologías EV-DO y HSPA. Aumenta la capacidad de datos en áreas Urbanas con densidad elevada brindando hasta 100Mbps para downlink y 50 Mbps para uplink, al mismo tiempo ofrece una importante reducción de la latencia (<10 ms).
La ITU (International Telecommunication Union) ha definido las especificaciones para que una tecnología sea denominada de cuarta generación, una determinada tecnología es considerada 4G cuando sea reconocida como un sistema IMT-Advanced (4G). LTE-Advanced y Mobile WiMAX 802.16e son las tecnologías aceptadas por ITU como 4G.
En la figura 3 se presenta información técnica relacionada con las diferentes tecnologías.

Generación	2G	3G		4G	
Tecnología	EDGE	HSUPA	HSPA+	LTE	LTE-Advanced
Tasa de datos máx. teórica (Downlink)	473,6 Kbps	7,2/14,4 Mbps	21/42 Mbps	100 Mbps	1,0 Gbps
Tasa de datos máx. teórica (Uplink)	473,6 Kbps	5,76 Mbps	7,2/11,5 Mbps	50 Mbps	0,5 Gbps
Latencia (ms)	300	~ 70	~ 30	~ 10	< 5

Figura 3. Tecnologías de comunicación celular

2.2 *Medición del rendimiento*

Las mediciones de rendimiento (o performance) pueden ser activas o pasivas. Las mediciones activas inyectan tráfico a través de la red y observan el efecto del mismo, mientras que las mediciones pasivas observan el tráfico de red existente.

A continuación se describen las principales características de las métricas utilizadas en este artículo: Latencia y Throughput. Ambas para efectuar mediciones activas.
Latencia: Suma de retardos temporales dentro de una red, los factores que influyen en la latencia de una red son:

- El retardo de propagación, es el tiempo que demora un bit que se envía desde el emisor hasta llegar al receptor. Depende de la distancia entre el emisor y el receptor y la velocidad a la que viajan los datos por el medio físico de transmisión, generalmente la velocidad de la luz.
- El retardo de transmisión, es el que tiempo tomo inyectar una cantidad determinada de bits (trama). Depende de la capacidad del canal y del tamaño de trama.
- Los retardos introducidos por los dispositivos intermedios (repetidores, amplificadores, switchs, routers, gateways, etc.).
- El tamaño de los paquetes transmitidos.
- El tamaño de los buffers en los equipos de conectividad intermedios. Si un paquete transmitido queda encolado, se introduce un retardo adicional.

La latencia se puede calcular utilizando el tiempo que tarda un paquete enviado desde un emisor en volver a este mismo habiendo pasado por el receptor de destino (RTT, Tiempo de ida y vuelta), o bien utilizando el tiempo que tarda un paquete enviado desde un emisor a un receptor (One Way). One Way no necesariamente es RTT/2.
Throughput: Es la cantidad de datos "útiles" transferidos con éxito de un extremo a otro a través de un canal en un período de tiempo dado. Generalmente se expresa en bits por segundo (bps).

No se debe confundir Throughput con Bandwidth (Ancho de banda). El ancho de banda representa la capacidad teórica de un canal y el Throughput la capacidad real alcanzada en ese canal

Si un canal esta formado por enlaces de diferentes tamaños (Figura 4):

- La capacidad del canal (extremo a extremo) esta dada por la capacidad del enlace con la

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

menor capacidad (*Narrow Link*) a lo largo de una ruta.
- El ancho de banda disponible esta dado por la capacidad del canal (extremo a extremo) menos el ancho de banda utilizado (carga de tráfico actual).
- El enlace más ajustado (*Tight Link*) es aquel que tenga disponible el ancho de banda más pequeño a lo largo de la ruta.

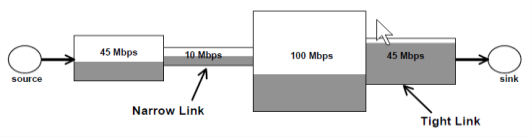


Figura 4. Canal con enlaces de diferentes tamaños
Fuente: (DUGAN 2008)

2.3 Medición del consumo de energía

En los últimos años se produjo una importante evolución en los dispositivos móviles en general y en particular en los teléfonos celulares, los nuevos equipos llevan integrados una gran variedad de componentes como CPU, memoria, cámara, acelerómetro, pantalla LCD, GPS, micrófono, altavoces, interfases de comunicación 2G/3G/4G, Wi-Fi, Bluetooth, etc. Estos nuevos dispositivos brindan a sus usuarios funcionalidades avanzadas, entre otras: navegar por Internet, reproducir audio y video, tomar fotografías, filmar videos y utilizar aplicaciones de posicionamiento satelital.
La velocidad a la que ha evolucionado la capacidad de las baterías no ha sido la misma a la que han evolucionado los teléfonos móviles. La gran mayoría de los smartphones utiliza baterías recargables de iones de litio (Li-ion) o de polímeros de litio (Li-po). El problema de estas baterías es su corta duración cuando se utiliza el dispositivo móvil de forma continua por muchas horas, y en especial cuando se mantienen conexiones a Internet a través de la interfaz de radio (2G/3G/4G). Este inconveniente ha planteado que los fabricantes diseñen el hardware y el software de los dispositivos con premisas de eficiencia energética para reducir el consumo de energía de estos equipos. No obstante, si un dispositivo será utilizado en zonas donde las posibilidades de recarga son limitadas (Como las zonas aisladas del camino real) será necesario implementar mecanismos que permitan administrar y optimizar el uso de la energía disponible.
Para realizar una administración eficiente de energía se requiere tener un conocimiento previo sobre dónde y cómo se consume la energía. Determinar qué componentes del dispositivo hacen que las baterías se descarguen rápidamente puede ayudar a desarrollar técnicas para reducir el consumo de energía.
Se llevaron a cabo estudios que centran su problemática en analizar el consumo de energía de un dispositivo móvil y proponen modelos para estimar este consumo utilizando herramientas de software (Zhang 2013) o hardware (Thiagarajany 2012) para medir el consumo de energía de los distintos componentes de hardware de un dispositivo. Sin embargo, si se requiere una alta precisión en las mediciones se deben utilizar herramientas de medición basadas en sensores (sensor-based) (Aaron 2013) en las cuales una aplicación móvil monitorea en tiempo real los sensores incorporados en el chip set del dispositivo para determinar el consumo detallado (Fine-grained) de energía: por aplicación y por componente de hardware (Qualcomm Technologies 2013).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo g4eneral

Mejorar el acceso a redes de datos móviles a usuarios de celulares que recorran el circuito religioso del Camino Real de Santiago del Estero.

3.2 Objetivos específicos

Estudiar el rendimiento de las redes de comunicación celular, de diferentes proveedores, en lugares estratégicos del circuito religioso del Camino Real.
Diseñar estrategias para el uso de amplificadores de señal en zonas donde la cobertura de red celular sea reducida.
Promover el uso de la energía solar fotovoltaica para la recarga de baterías de dispositivos móviles y de comunicación en zonas aisladas que no dispongan de energía eléctrica.

4 TRABAJO EXPERIMENTAL

4.1 Escenarios de comunicación utilizados y mediciones realizadas

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Escenario 1

En este escenario los dispositivos móviles (nodos) se conectan a los servidores utilizando los servicios de la red celular (Figura 5).

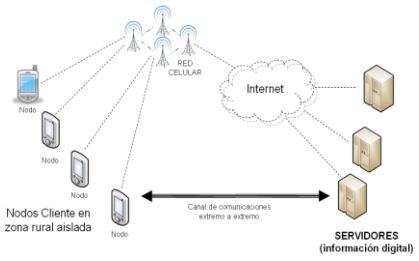


Figura 5. Conexión directa

Utilizando este escenario se realizaron mediciones en diferentes puntos del circuito religioso del Camino Real. En la tabla 1 se resumen las mediciones realizadas, incluyendo el mecanismo y la aplicación utilizada para cada medición

Tabla 1. Mediciones sobre el escenario 1

Medición	Mecanismo	Aplicación
Tecnología celular Fuerza de la señal Relación señal ruido	Wardriving de redes celulares	Network Shell Info (Wilysis 2018)
- Latencia - Velocidad de descarga - Velocidad de subida	- ICMP request reply - Descarga de contenido - Subida de contenido	Meteor(OpenSignal.com 2018)

Escenario 2

Para aprovechar mejor el ancho de banda disponible y reducir el consumo de energía, los dispositivos móviles se conectan a la red celular a través de un amplificador de señal (figura 6).

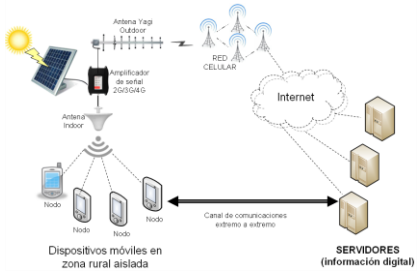


Figura 6. Conexión con amplificador de señal

Utilizando este escenario se realizaron mediciones en zonas rurales aisladas con cobertura de red celular reducida y limitaciones de energía, similares a las del camino real. En la tabla 2 se presentan los mecanismos de medición y las aplicaciones utilizadas para realizar cada medición.

Tabla 2. Mediciones sobre el escenario 2

Medición	Mecanismo	Aplicación
Latencia ICMP	Echo Request/Reply (32 bytes)	Busybox Ping (STERICSON 2018)
Throughput HTTP y consumo de energía	Descarga de archivo (de 1024 Kbytes) utilizando HTTP.	Busybox Wget

Las mediciones se realizaron de manera automática, utilizando aplicaciones que se ejecutaron durante 7 días y en diferentes horarios de 6:00 am a 11:00 pm, de esta manera fueron contemplados diferentes niveles de carga de la red. Los resultados obtenidos se promediaron para determinar el valor final de cada medición.
El consumo de energía en el nodo cliente se midió utilizando la aplicación Trepn Profiler (Qualcomm Technologies 2018). Esta herramienta permite determinar el consumo energético a través de sensores incorporados en dispositivos móviles que tengan incorporado un chipset de la familia SnapDragon de Qualcomm. Para determinar el consumo energético del amplificador se midió directamente la corriente eléctrica que circula hacia la fuente del equipo, utilizando un multímetro (con logger de datos) y software para leer los datos almacenados en la memoria del multímetro.

5 RESULTADOS

A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos, utilizando gráficos y tablas que resumen los aspectos estudiados.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

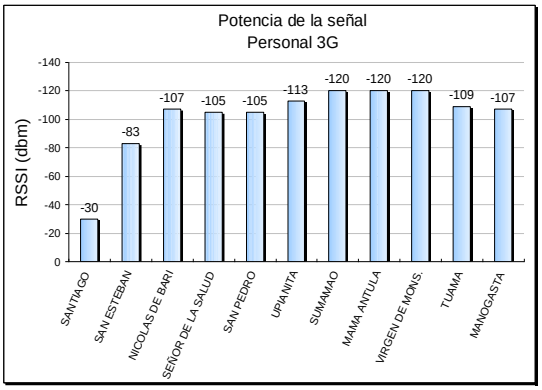


Figura 7. Resultados de las mediciones en el Camino Real para tecnología 3G

En la figura 7 se observan los resultados de las mediciones de RSSI (Received Signal Strength Indication) en diferentes puntos del camino Real (escenario 1). Se considera Excelente (Más de -71 dBm), Muy buena (entre -87 y -71), Buena (entre -97 y -87) y Baja (entre -120 y -97). Se observa que la potencia de la señal en Santiago del Estero es aproximadamente 3 veces mejor a la de San Esteban (mejor cobertura del circuito). Para ilustrar la baja cobertura de las redes celulares en el camino real, en la tabla 3 se comparan valores (promedio) de las mediciones obtenidas durante el recorrido del camino real con valores obtenidos en Santiago del estero.

Tabla 3. Resultados de las mediciones

	Circuito camino real	Santiago del Estero
Latencia	115ms	37 ms
Velocidad de descarga	800kbps	5900 kbps
Velocidad de subida	180kbps	1200 kbps

En la figura 8 se presentan los resultados obtenidos en el escenario 2. En el gráfico se observa el Throughput alcanzado y la energía consumida para realizar una descarga de 1024 Kbytes sin amplificador y con amplificador variando la cantidad de nodos conectados (de 1 a 5). Se observa que utilizando un nodo sin amplificador se alcanza un throughput de 52,01 Kbytes con un consumo de 9,17 joules (nodo y amplificador), mientras que, si se utilizan 4 nodos conectados a través de un amplificador se alcanza un throughput de 53,89 Kbytes con un consumo de 8,99 joules. En este caso, se consigue un mayor throughput con un menor consumo de energía".

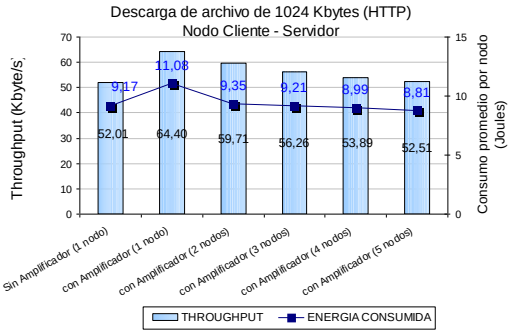


Figura 8. Resultados de las mediciones realizadas sobre el escenario 2

6 CONCLUSIONES

Los niveles de rendimiento de la red celular en algunos puntos de interés del "camino real" no garantizan un funcionamiento correcto de las aplicaciones móviles.

El uso de amplificadores de señal introduce un incremento en el rendimiento del ancho de banda a un bajo costo energético.

El consumo adicional de energía que introduce el amplificador, se distribuye entre los nodos conectados e impacta en el consumo de cada nodo. Mientras mas nodos se conecten al amplificador, menor será el impacto sobre cada nodo. El consumo de energía despreciable a partir de cuatro nodos conectados al amplificador.

La elección de un amplificador dependerá de la disponibilidad de recursos: cobertura de red celular, ancho de banda y energía existentes en la zona aislada.

Es posible dimensionar un cargador solar de tamaño y peso reducido que se ajuste a los requerimientos energéticos de un amplificador de señal. Esto permitiría instalar amplificadores, abastecidos por energía solar fotovoltaica, en puntos estratégicos del circuito real.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

7 REFERENCIAS

Aaron, C. G., Heiser (2013). The Systems Hacker's Guide to the Galaxy Energy Usage in a Modern Smartphone. 4th Asia-Pacific Workshop on Systems (APSys'13), Singapore.

DUGAN, J. (2008). Overview of Network Measurement Tools. Brooklyn, NY, Energy Sciences Network Lawrence Berkeley National Laboratory.

OpenSignal.com. (2018). "Meteor, speed tester." from https://meteor.opensignal.com/.

Qualcomm Technologies (2013). When mobile apps use too much power: A Developer Guide for Android App Performance.

Qualcomm Technologies. (2018). "TREPN PROFILER. https://developer.qualcomm.com/software/trepn-power-profiler."

STERICSON, S. (2018). "BusyBox." from https://play.google.com/store/apps/details?id=stericson.busybox.

Thiagarajany, N. A., Gaurav; Nicoara, Angela (2012). Who Killed My Battery: Analyzing Mobile Browser Energy Consumption. WWW 2012 – Session: Mobile Web Performance. Lyon, France.

Wilysis. (2018). "Network Shell Info." from http://wilysis.com/networkcellinfo.

Zhang, L. (2013). Power, Performance Modeling and Optimization for Mobile System and Applications. Thesis - Doctor of Computer Science and Engineering, University of Michigan.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Modelo de un sistema de recomendación personalizado de documentos para repositorios digitales

Díaz, Fátima S.[1], Fernández Reuter, Beatriz[2] y Durán, Elena B.[3]

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. fatimadiaz91@gmail.com
(2) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. bfreuter@gmail.com
(3) Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, Universidad Nacional de Santiago del Estero. eduran@unse.edu.ar

RESUMEN: En las universidades se producen resultados de investigación en diversas áreas, los cuales son utilizados para producir nuevo material. Estos resultados se encuentran resguardados en repositorios para una mejor preservación y posterior acceso, permitiendo que los investigadores puedan acceder a esta información para producir nueva. A pesar de que hoy en día muchas universidades tienen sus propios repositorios, no suele sacarse el provecho adecuado de los mismos. Al existir tanta información en un solo lugar cuesta hacer una exploración exhaustiva haciendo un uso eficiente del tiempo. El presente trabajo propone un modelo de un sistema de recomendación de documentos basado en contenido para el repositorio de la Biblioteca Central de la Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). El sistema contará con un perfil de usuario para que las recomendaciones puedan ser personalizadas en función de las características del usuario.

ABSTRACT: In universities, research results are produced in various areas, and they are used to produce new material. These results are protected in repositories for better preservation and subsequent access, allowing researchers to access this information to produce new information. Despite the fact that today many universities have their own repositories, they do not usually take advantage of them. When there is so much information in one place it is difficult to make an exhaustive exploration making an efficient use of time. The present work proposes a model of a document recommendation system based on content for the repository of the Central Library of the National University of Santiago del Estero (UNSE). The system will have a user profile so that recommendations can be customized according to the characteristics of the user.

Palabras clave: Sistema de recomendación, minería de texto, repositorio digital, personalización.

Keywords: Recommendation system, text mining, digital repository, personalization.

1 INTRODUCCIÓN

Al momento de realizar una búsqueda para obtener información para investigaciones científicas se suele acceder a repositorios digitales de universidades, puesto que la producción académica en instituciones educativas avanzadas reúne diversos documentos resultantes de investigaciones en diversas temáticas, con información corroborada de calidad. Además, es posible acceder a estos documentos desde cualquier dispositivo móvil con el simple hecho de disponer de Internet.

Los repositorios digitales institucionales permiten gestionar, almacenar, preservar, resguardar y difundir de forma digital estas producciones, permitiendo potenciar la visibilidad de las mismas (Remedios Melero Melero, 2014).

La UNSE cuenta con un Repositorio Digital Institucional, donde se almacenan trabajos finales de grado y posgrado, como así también artículos de revistas, congresos y conferencias. La enorme cantidad de documentos de un repositorio puede dificultar, y en ocasiones abrumar (Garrido Linares, 2008); la búsqueda es una de las actividades en las que se invierte una cantidad considerable de horas, la cual generalmente suelen extenderse si no se tiene conocimiento de técnicas para optimizar las búsquedas. Una solución es el uso de sistemas de recomendación para guiar a los usuarios en la búsqueda de información, y si estos se personalizan se incrementan las probabilidades de que el usuario localice la información buscada con mayor rapidez.

El presente trabajo propone un modelo de un sistema de recomendación de documentos basado en contenido para el repositorio de la Biblioteca Central de la UNSE, el cual contará con un perfil de usuario para que las recomendaciones puedan ser personalizadas. Cabe mencionar que en el repositorio de la Biblioteca Central se encuentra la información de todos los documentos digitales de las distintas bibliotecas correspondientes a distintas facultades y departamentos.

2 TRABAJOS RELACIONADOS

Con respecto a los sistemas de recomendación implementados en repositorios podemos encontrar diversos trabajos relacionados. (Vences-Nava, Menéndez-Domínguez, & Zapata-González, 2015) proponen un sistema de recomendación personalizado híbrido en un repositorio de trabajos de titulación, que utiliza tanto la información contenida en los trabajos de titulación, como sus metadatos y la interacción de los usuarios, para recomendar trabajos de titulación del área de ciencias antropológicas que mejor se adapten a las necesidades de información de los usuarios.

Otra propuesta es la presentada por (Hathat, 2016), en la cual se plantea crear un sistema de recomendación basado en contenido para facilitar al usuario la tarea de elegir titulación o carrera universitaria que quiera cursar.

En base a los trabajos anteriormente mencionados, que forman parte de los cimientos de la propuesta, se pretende demostrar que utilizando un sistema de recomendación basado en contenido personalizado con etiquetas de interés del usuario se brindarían mejores sugerencias, permitiendo de esta manera que el usuario encuentre los documentos que le pueden resultar de utilidad, logrando resultados más específicos en un menor tiempo.

3 PROPUESTA

La base principal para este trabajo es el sistema de recomendación propuesto por (Fernández-Reuter & Durán, 2014). La recomendación se realizará teniendo en cuenta el título, el resumen y las palabras claves de los documentos almacenados en el repositorio, además de la búsqueda realizada por el usuario del repositorio digital institucional de la UNSE. Estos documentos pueden ser tesis, trabajos finales de grado y posgrado, publicaciones de congreso y artículos de revistas.

El modelo propuesto para la implementación del sistema de recomendación, como se puede observar en la Fig. 1, cuenta con un módulo de preprocesamiento de los documentos del repositorio, un módulo de clasificación, y luego, haciendo uso de la información del perfil del usuario y del modelo obtenido en el módulo de clasificación, se brindará al usuario las

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

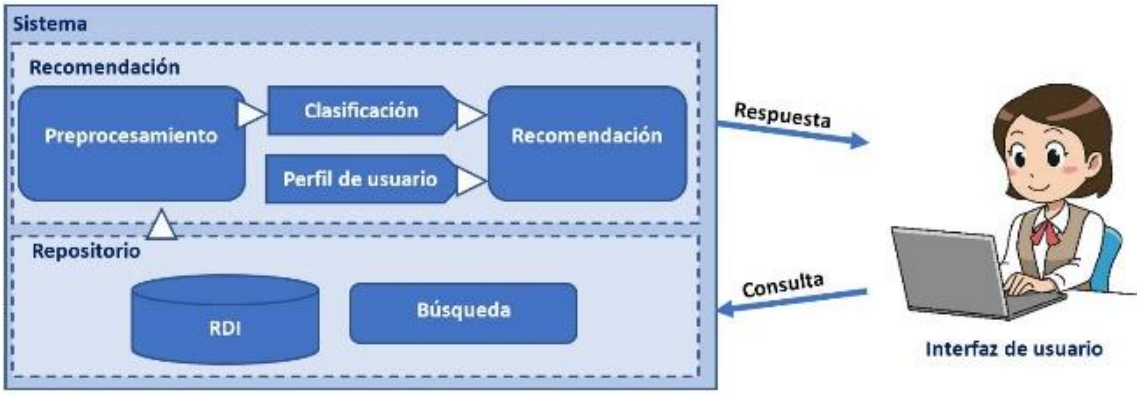


Figura 12. Modelo del sistema

recomendaciones o sugerencias en base a sus intereses y la búsqueda ingresada.

3.1 Repositorio

Cada tipo de documento (Trabajo final de grado / Trabajo final de posgrado / Artículo de revista, etc.) almacenado en el repositorio de la Biblioteca Central de la UNSE tendrá asociado determinados campos.
Los campos con los que se trabajará para clasificar los documentos del repositorio serán: título, resumen y palabras claves.

3.2 Perfil de usuario

- Datos personales
- Fecha de alta
- Etiquetas o tags de interés: Las etiquetas representan una determinada categoría a la que se relaciona dicho documento. Necesarias para poder realizar las recomendaciones.
- Favoritos: Acceso rápido a documentos de interés del usuario, que se encuentran almacenados en el repositorio de la UNSE.

3.3 *Preprocesamiento*

Serie de actividades (de las cuales, algunas se realizan de manera manual y otras de manera automática).

1) Extraer el texto correspondiente al título, resumen y palabras claves de cada documento del repositorio. (Actividad automática).
2) Corregir los errores ortográficos y errores de tipeo. (Actividad manual)
3) Intercambiar abreviaturas por palabras completas. (Actividad manual)
4) Convertir palabras mayúsculas a minúsculas y eliminar acentos y caracteres especiales. (Actividad automática)
5) Eliminar los stopwords o también llamadas "palabras vacías"(McCandless, Hatcher, & Gospodnetic, 2010). Son aquellas palabras de uso frecuente que no ayudan a distinguir un documento de otro, son palabras sin significado, como artículos, pronombres, preposiciones, etc. Estas palabras no serán tenidas en cuenta ya que no aportan información relevante para la clasificación y la recomendación. (Actividad automática).
6) Aplicar Stemming, que consiste en intercambiar cada palabra por su raíz.(McCandless et al., 2010) (Actividad automática).

Como resultado de este módulo de preprocesamiento se obtiene un nuevo conjunto de documentos, sin alterar los originales, que contienen la información preprocesada del título, resumen y palabras claves.

3.4 Clasificación

En este módulo se generará el modelo capaz de reconocer patrones. El mismo utilizara un algoritmo de minería de texto para determinar la categoría que corresponde a cada texto, y de esta manera asociar los documentos con las etiquetas acordes a dichas categorías.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Para entrenar el modelo, inicialmente, será necesario la ayuda de un experto.
Cada vez que se agregue un nuevo documento al repositorio, se reentrenará el modelo.

3.5 Recomendación

Se brindarán las recomendaciones al momento de realizar una búsqueda. Para ello se tomará el string de la consulta, el cual será preprocesado de acuerdo con lo descrito anteriormente, y será clasificado por el modelo obtenido en el módulo de Clasificación, adquiriendo como resultado las etiquetas con las se relaciona. Teniendo las etiquetas de la consulta y las etiquetas de los favoritos, se brindarán las sugerencias o recomendaciones de documentos del repositorio que se asocian a dichas etiquetas.

4 CONCLUSIÓN

En este trabajo se presenta un modelo de un sistema de recomendación de documentos basado en contenido para el repositorio de la Biblioteca Central de la UNSE, el cual contará con un perfil de usuario para que las recomendaciones sean personalizadas.
En el modelo se propone el uso de minería de texto para realizar la recomendación teniendo en cuenta las etiquetas o tags que se asocian a cada documento. Además, se utilizarán las etiquetas de interés y las asociadas a los documentos favoritos del usuario para personalizar la recomendación.
El modelo propuesto busca facilitar la búsqueda de información dentro del repositorio, ahorrando tiempo y esfuerzo en la recuperación de la información relevante para el usuario
Este trabajo se desarrolla en el marco de la Beca de Estudiantes de Investigación otorgada por la Universidad Nacional de Santiago del Estero, y del proyecto de investigación "Métodos y Técnicas para desarrollos de Aplicaciones Ubicuas" correspondiente a la convocatoria 2017-2019 de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Santiago del Estero.
Hasta la fecha se realizó la revisión bibliográfica del estado actual de los sistemas de recomendaciones aplicados en los repositorios a nivel Latinoamérica, y la definición de los requerimientos necesarios para el diseño del sistema propuesto.
Actualmente se está trabajando en el diseño del modelo del sistema propuesto. Se espera en una próxima etapa concluir con la generación y entrenamiento del modelo.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

5 REFERENCIA

Fernández-Reuter, B., & Durán, E. B. (2014). Buscador automático de material educativo en aulas virtuales. *IX Congreso de Tecnología En Educación y Educación En Tecnología (TE&ET 2014)*, 166–173. Retrieved from http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/38501

Garrido Linares, M. (2008). Guía para la creación de repositorios institucionales de documentos digital del INVEMAR, 31. Retrieved from http://www.fesabid.org/zaragoza2009/www.fesabid.org/zaragoza2009/actas-fesabid-2009/249-255.pdf%0Ahttp://www.fesabid.org/zaragoza2009/Libro_Actas_Fesabid_2009.pdf

Hathat, M. Y. (2016). Sistema de recomendación de titulaciones universitarias basado en datos abiertos. Retrieved from https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/58498/1/Sistema_de_recomendacion_de_titulaciones_u_Yousef_Hat_Hat_Mohamad_Imadeldin.pdf

McCandless, M., Hatcher, E., & Gospodnetic, O. (2010). *Lucene in Action, Second Edition: Covers Apache Lucene 3.0*. Retrieved from http://www.amazon.com/Lucene-Action-Second-Edition-Covers/dp/1933988177

Remedios Melero Melero. (2014). Repositorios. Retrieved from https://ucrindex.ucr.ac.cr/docs/repositorios_2014.pdf

Vences-Nava, R., Menéndez-Domínguez, V., & Zapata-González, A. (2015). Sistema de Recomendación para la Búsqueda Personalizada en un Repositorio de Trabajos de Titulación. *Revista Latinoamericana de Ingeniería de Software*, *3*(6), 223–230. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/295840051_Sistema_de_Recomendacion_para_la_Busqueda_Personalizada_en_un_Repositorio_de_Trabajos_de_Titulacion.

XIII JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

Análisis de imágenes digitales para determinar cambios de tamaño de rodajas de zapallito verde durante procesos de secado

Larcher, Ledda[1], Gómez Kairallah, Aníbal O.[2], Vidal, Julia Teresita[2], Herrera, Andrea Cecilia[1], Cattaneo, Carlos[1,2]

(1) Universidad de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, 4200 Santiago del Estero, Argentina. llarcher@unse.edu.ar
(2) Universidad de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías

RESUMEN: Durante la deshidratación se producen cambios en la forma y peso de los alimentos con lo que aumentó el uso de sistemas que permitan capturar y analizar imágenes como alternativa a la inspección visual. El propósito de este trabajo fue implementar un método de captura y análisis de imágenes que permitiera observar el efecto de tiempo y temperatura de secado en la forma y peso de rodajas de zapallito verde (*Cucurbita maxima* var. *zapallito*). Los experimentos se efectuaron con zapallitos verdes cortados transversalmente en discos de igual espesor. El secado se realizó a 25, 20 y 30ºC durante 24 horas. Para cuantificar los cambios de forma y peso se implementó un sistema de captura y análisis de imágenes que consta de dos cámaras digitales e iluminación LED en posición cenital. Las imágenes capturadas se analizaron con programas desarrollados en Matlab para calcular parámetros como área y perímetro. Se observa que tanto a mayor temperatura con el mismo peso como a misma temperatura y menor peso, se producen mayores cambios en la forma y que los parámetros relacionados con la forma decrecen a lo largo del tiempo. Los resultados indican que esta técnica presenta ventajas respecto a la inspección visual puesto que es posible determinar con precisión los cambios tanto de área como de perímetro.

ABSTRACT: During dehydration food products change in shape and weight which increased the use of systems that capture and analyze digital images as an alternative to traditional visual inspection. The purpose of this work was to implement a method of capturing and analyzing images that would allow observing the effect of drying time and temperature on the shape and weight of zapallito slices (*Cucurbita maxima* var. *zapallito*). Experiments were conducted with green zucchini transversely cut into disks of equal thickness. Drying was carried out at 25, 20 and 30 ° C for 24 hours. In order to quantify changes in shape and weight, an image capture and analysis system was implemented, consisting of two digital cameras with LED lighting in the top position. The captured images were analyzed with programs developed in Matlab, to calculate parameters such as area and perimeter. It is observed that both at higher temperatures with the same weight and at the same temperature and lower weight, greater changes in shape occur and parameters related to shape decrease over time. Results indicate that this technique has advantages over traditional visual inspection since it is possible to determine with high precision changes of both area and perimeter.

Palabras clave: secado de alimentos, visión artificial, procesamiento de imágenes

Keyword: food drying, artificial vision, image processing

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de mejorar la eficiencia en los sistemas que monitorean la calidad de productos alimenticios se generó a partir de la creciente sensibilidad y sofisticación de los consumidores, quienes eligen sus alimentos basándose principalmente en el sentido de la vista que suele ser la única información directa que poseen del producto. Esta percepción resulta de una combinación de color, forma y tamaño del producto. La calidad se define como la presencia de ciertos atributos a menudo subjetivos (como apariencia, aroma, textura, sabor) que hacen que el producto sea aceptable para el consumidor y, generalmente, suele ser evaluada por inspectores humanos. Sin embargo está comprobado que la percepción humana puede ser engañada (Du & Sun, 2004, 2006a; Jackman, Sun, Du, Allen, & Downey, 2008; Sun, 2008; Jackman & Sun, 2011a, 2011b, 2011c), lo cual refuerza la necesidad de sistemas de medición objetiva. Los más recientes sistemas de inspección automática, mayormente basados en tecnología cámara-computadora, han sido exitosamente usados en campos como la agricultura (He,Yang, Xue, & Geng, 1998; Li & Wang, 1999); en Bechar & Vigneault, 2016 se puede encontrar una revisión actual de los desarrollos e innovaciones en robots agrícolas para operaciones de campo) y la tecnología alimentaria. (Sun, 2000; Wang & Sun, 2001, Mery et al., 2011; Mondragón et al., 2011; Leiva et al., 2011; Mery et al., 2012; Bengochea-Guevara, 2017).

Por otra parte, numerosos productos alimenticios requieren la reducción de su contenido de agua para prolongar su vida útil en las góndolas (Ortiz-García-Carrasco et al., 2014) y esta operación es acompañada por diversos cambios entre los que los más evidentes son el encogimiento y deformación, además del cambio de color. Entre los autores que centraron sus investigaciones en las alteraciones señaladas mencionaremos a McMinn & Magee, (1997); Maté, Quartaert, Meerdink, & van_t Riet, (1998) y Aguilera, (2003) quienes enfatizaron en la microestructura de los alimentos como responsable de las propiedades físicas y texturales y a Mattea, Urbicain, & Rotstein, (1989); Krokida & Maroulis, (1997); Del Valle, Cuadros, & Aguilera, (1998); Krokida, Maroulis, & Saravacos, (2001); Fernández, Castillero & Aguilera, (2005); quienes estudiaron las complejas relaciones entre cambios físicos (color, textura, forma y porosidad entre otros) y químicos (amarronamiento y otras reacciones).

De manera que la inclusión del encogimiento en los alimentos es de primordial importancia para realizar una estimación confiable de la humedad eliminada (coeficientes de difusión) (Ortiz-García-Carrasco et al., 2014) y su descripción sigue siendo un tema actual (Souraki & Mowla, 2008; García Pérez et al., 2012; Ruiz-López et al., 2012). Sin embargo, los alimentos no solamente se encogen durante el secado sino que también sufren un cambio de forma considerable que puede afectar tanto a su atractivo visual como a las propiedades de envasado. Además, los cambios en la geometría pueden reflejar el colapso de la estructura microscópica porosa que conlleva drásticos cambios en sus propiedades físicas (Ruiz-López et al., 2012). La evaluación así como la predicción de la deformación de un alimento representan una tarea desafiante tanto numérica como experimentalmente y por ello diversos estudios se han concentrado en la caracterización de características externas de encogimiento y deformación principalmente usando técnicas noveles de análisis de imágenes.

Algunas de las propiedades frecuentemente obtenidas de imágenes digitales relacionadas con el comportamiento de encogimiento y cambio de forma en los productos incluyen área proyectada y su correspondiente perímetro así como elongación, dimensión fractal, redondez, etc (Campos-Mendiola et al., 2007; Yan et al., 2008; Yadollahinia & Jahangiri, 2009; Yadollahinia et al., 2009; Khazaei et al., 2013).

Este trabajo presenta la implementación de un sistema de captura de imágenes y su análisis mediante software que permite calcular parámetros como área y perímetro en productos alimenticios de cultivo local. Los resultados obtenidos reafirman la ventaja de la inspección automática versus la manual en términos de precisión y confiabilidad en el procesamiento.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El objetivo de este trabajo fue implementar un método de captura y análisis de imágenes que permitiera observar el efecto de tiempo y temperatura de secado en la forma y peso de rodajas de zapallito verde (*Cucurbita maxima* var. *zapallito*).

El secadero utilizado, con dimensiones 1,6x0,62x0,43m de largo, profundidad y altura

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

respectivamente, está construido de madera; cuenta con un sector destinado al tratamiento del aire, este tratamiento hace referencia a las características de la corriente de aire siendo este sector de 0,67m de longitud, a continuación se tiene la cámara de secado de 0,56x0,60x0,40 m, capaz de albergar en su interior 4 bandejas de secado uniformemente distribuidas en el sentido vertical, y por último, el forzador de aire encargado de generar la corriente de aire por todo el sistema, el mismo es un motoventilador de tipo axial de 25W de potencia eléctrica, instalado en el interior de una curva de salida cuyo fin es evitar las interferencias que provoca en la mediciones las corrientes de viento externas al sistema. Según se puede apreciar en la Fig. 1, el sector destinado al tratamiento de aire del secadero dispone en su interior de espacio suficiente para la instalación de tres tabiques perforados distribuidos en forma regular a lo largo de este sector, cuya configuración puede variar.

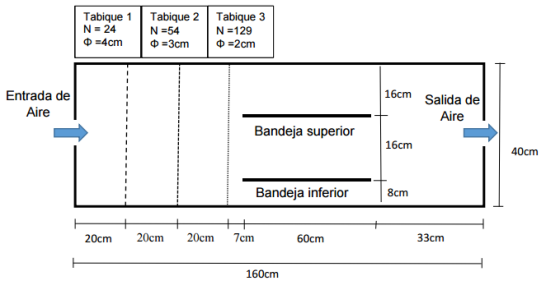


Figura 1. Vista de frente de la cámara de tratamiento

El arreglo experimental para la toma de imágenes en el proceso de secado empleó la cámara de secado del secadero descripto, para ello se instaló en su interior un conjunto de equipos que permiten el seguimiento de las variables de interés, una de ellas es una balanza digital de laboratorio y un conjunto de dos cámaras digitales: una que permite la toma del producto en proceso de secado y una en el techo que permite el monitoreo de la evolución del peso, según se puede apreciar en la Fig. 2



Figura 2. Montaje del sistema de captura en el interior del secadero

Como se puede apreciar en la Fig.3 la cámara que logra la toma del producto se encuentra montada en un dispositivo construido a fin de poder ajustar la posición adecuada de la cámara respecto del producto ensayado. Con la finalidad de eliminar las sombras perjudiciales en las tomas, también se instaló en la cámara de secado un sistema de iluminación LED en la parte superior que neutraliza las sombras alrededor de las muestras, además de no interferir físicamente con la otra cámara ni con las características del producto.

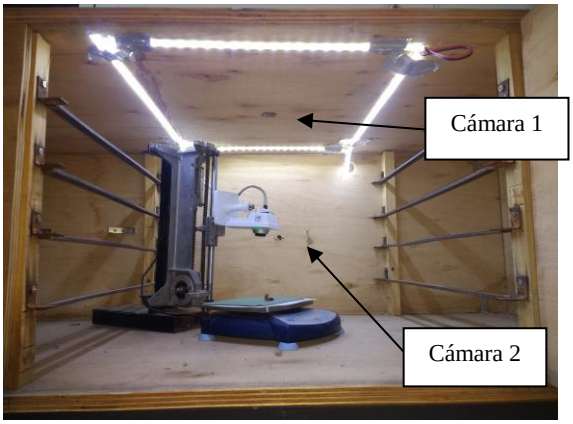


Figura 3. Detalle del montaje de cámaras e iluminación. La Cámara 1 realiza la captura del visor de la balanza; la Cámara 2 captura la muestra a secar.

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

La experiencia se realizó entre el 12 y 14 de julio de 2018.
Los ensayos se realizaron con zapallitos verdes adquiridos en el mercado local, seleccionando aquellos de tamaño aproximado.
Los zapallitos se cortaron manualmente en discos transversales al ecuador de igual espesor (aproximadamente 0,5cm) y se procedió a su secado a 20, 25 y 30ºC durante 24 horas, capturando imágenes cada 30 minutos. Una vez que las muestras inician el proceso de secado, no necesitan ser removidas ya que las cámaras se manejan usando un software de administración remota de escritorio.
Tratamiento y análisis de las imágenes
Se utilizó una PC equipada con un procesador Intel Core2 Quad Q8200 con 2 GB de memoria RAM y sistema operativo de 64 bits. Usando Matlab R2007a, se desarrolló un módulo de software que permitiera realizar el pre-procesamiento de las imágenes de forma de convertirlas a escala de gris y aplicar filtros que permitieran eliminar el fondo para su posterior binarización. Se descartó la información relativa a color debido a que no se consideró relevante para los objetivos del trabajo.
A continuación, la Fig. 4 muestra el resultado del pre-procesamiento para la imagen de una muestra:

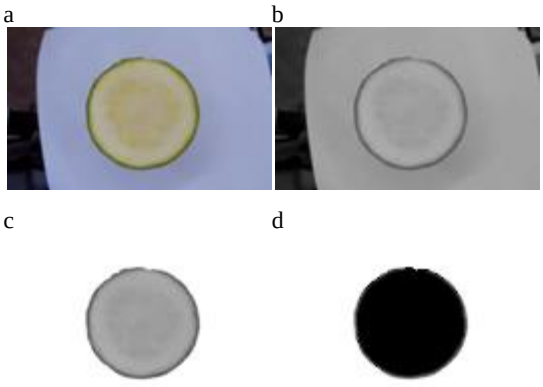


Figura 4. (a) Imagen original (b) Imagen en escala de gris (c) Limpieza de fondo (d) Imagen binarizada

Al binarizar la imagen los objetos se representan en blanco y negro lo cual, matemáticamente hablando, es una matriz que contiene ceros y unos. Es decir que es posible obtener el área de la rodaja.
El cálculo del perímetro se basa en el concepto de vecindad de píxeles. La Fig. 5 ilustra el concepto de vecindad; en este trabajo se usa la conectividad de cuatro vecinos.
Se considera que un píxel pertenece al perímetro si tiene vecinos de distinto valor (por lo menos un 0 y un 1); el resultado de su suma indicará el perímetro.

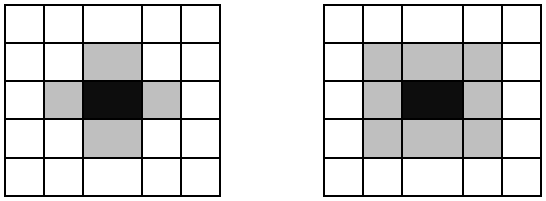


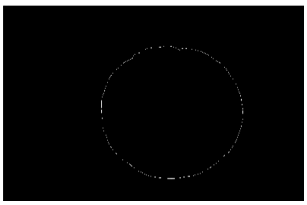
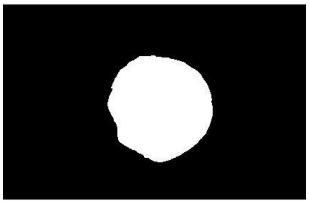
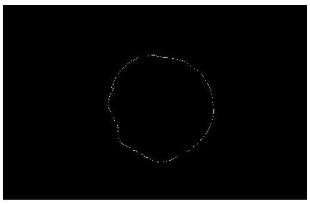
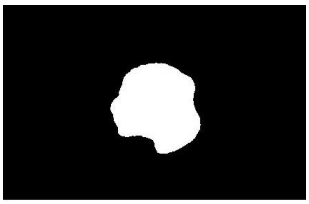
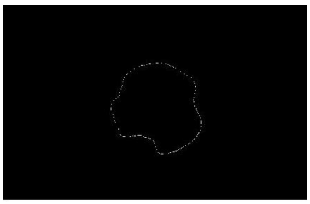
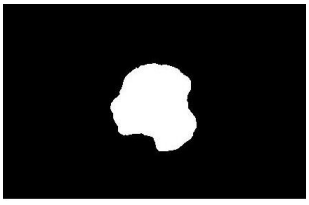
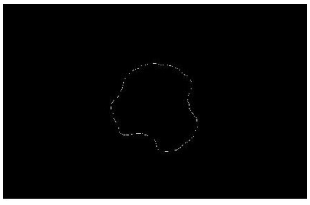
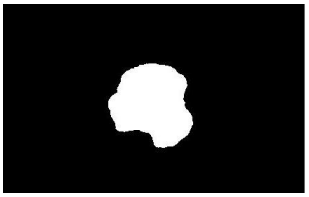
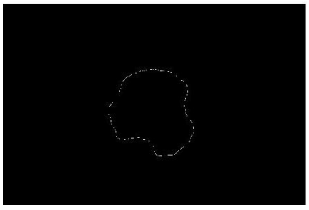
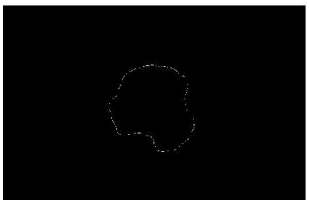
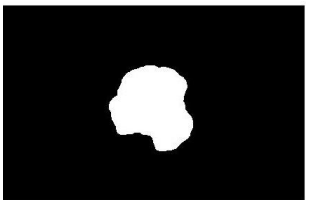
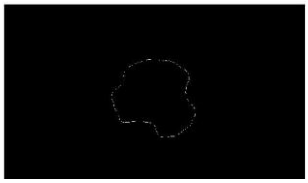
Figura 5. (a) Vecindad de 4 píxeles (b) Vecindad de 8 píxeles

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos para una de las muestras, a intervalos de 120 minutos entre las 9:25 y las 22:10.
Para obtener la imagen sobre la que se calcula el área, luego de someter la imagen original al pre procesamiento que elimina objetos indeseables del fondo, se umbralizó y binarizó. Sobre la imagen resultante (columna 2 en Tabla 1), se obtiene el perímetro ejecutando el algoritmo de 4 vecinos (columna 4, Tabla 1).

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Tabla 1

Hora		Área (en px)		Perímetro (en px)
AM 09:25:37		233.662		1.566
AM 11:32:13		146.196		1.262
PM 01:30:57		100.546		1.127
PM 03:31:09		91.992		1.100
PM 05:24:42		87.666		1.075
PM 07:56:06		87.315		1.074
PM 10:10:21		87.264		1.066

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

Son evidentes los cambios que se producen en la rodaja a lo largo del tiempo. El encogimiento está directamente relacionado con el cambio de la estructura de sostén ocasionado por la pérdida de agua: la estructura evoluciona de regular (al inicio) a irregular. También se produce cierta contracción en diferentes secciones de la misma muestra (alabeo).
El contenido de humedad de las muestras se midió en tiempo real durante el proceso de secado usando la siguiente ecuación (Duffie & Beckman, 1991):

$$X_{bs} = \frac{M_o - M_d}{M_d} \qquad (1)$$

Donde X_{bs} es el contenido de humedad en base seca; M_0 es el peso total de la muestra testigo (gr); M_d es el peso seco de la muestra de zapallito (gr) (Belessiottis & Delyannis, 2011)
En la Fig. 6 pueden verse la evolución de la humedad en base seca en función del tiempo de secado, que se corresponde con la ecuación 1.

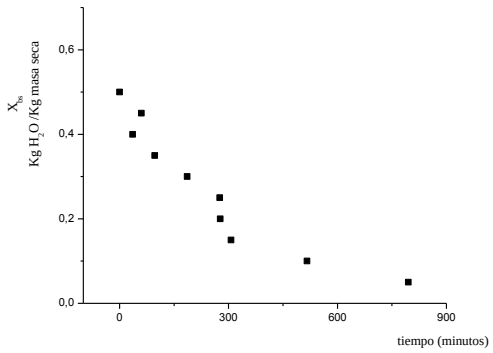


Figura 6. Evolución de la humedad en base seca en función del tiempo de secado

4 CONCLUSIONES

Se considera cumplido el objetivo de implementación de un método de captura de las imágenes. El sistema de montaje usando dos cámaras permitió la adquisición de imágenes de las muestras que se estaban secando y de su peso a ese momento. El sistema de iluminación LED eliminó las sombras, una gran limitante cuando se trabajó en campo (Larcher et al., 2016), con lo cual se redujo el tiempo de pre procesamiento.

El análisis de imágenes permitió el cálculo de parámetros como área y perímetro. Los valores obtenidos reflejan la pérdida de masa de las muestras a lo largo del tiempo de secado. Existe coherencia entre las imágenes procesadas y las gráficas correspondientes al contenido de humedad, mostrando que los parámetros morfológicos decrecen suavemente durante el tiempo de secado, lo que concuerda con la bibliografía (Yadollahinia & Jahangiri, 2009; Fernández et al., 2005).
Se revalidan las ventajas del uso de sistemas de visión artificial sobre métodos de inspección convencionales ya que las mediciones de tamaño y morfología realizadas son objetivas, precisas y consistentes, a diferencia de las realizadas por seres humanos quienes solamente pueden lograr estimaciones subjetivas

5 REFERENCIAS

Aguilera, J. M.. Drying and dried products under the microscope. *Food Science and Technology International*, 9(3), 137–143, 2003.

Bechar, A., Vigneault, C. Agricultural robots for field operations: Concepts and components. *Biosystems Engineering*, 149, 94-111, 2016.

Belessiotis, V. & Delyannis, E. Solar drying. *Solar energy* Vol 85, 8, 1665-1691. 2011.

Bengochea-Guevara, J. M. Contribuciones al desarrollo de un sistema efectivo para la inspección de cultivos, 2017.

Campos-Mendiola, R., Hernández-Sánchez, H., Chanona-Pérez, J.J., Alamilla-Beltrán, L., Jiménez-Aparicio, A., Fito, P., Gutiérrez-López, G.F. Non-isotropic shrinkage and interfaces during convective drying of potato slabs within the frame of the systematic approach to food engineering systems (SAFES) methodology. *J. Food Eng.* 83 (2), 285–292, 2007.

Cubero García, S. *Diseño e implementación de nuevas tecnologías basadas en visión artificial para la inspección no destructiva de la calidad de fruta en campo y mínimamente procesada* (Doctoral dissertation). (2012).

Del Valle, J. M., Cuadros, T. R. M., & Aguilera, J. M. Glass transitions and shrinkage during drying and storage of osmosed apple pieces. *Food Research International*, 31(3), 191–204. 1998.

Du, C.-J., & Sun, D.-W. Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology*, 15(5), 230e249. 2004.

Duffie, J.A. & Beckman, W.A. *Solar engineering of thermal processes*, 2da Ed. Wiley Interscience, New York. 1991.

Fernandez, L., Castillero, C., & Aguilera, J. M. (2005). An application of image analysis to dehydration of apple discs. *Journal of Food Engineering*, *67*(1-2), 185-193.

García-Pérez, J.V., Ozuna, C., Ortuño, C., Cárcel, J.A., Mulet, A., 2012. Modeling ultrasonically assisted convective drying of eggplant. *Drying Technol*. 29 (13), 1499–1509.

He, D. J., Yang, Q., Xue, S. P., & Geng, N. (1998). Computer vision for colour sorting of fresh fruits. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 14(3), 202–205.

Jackman, P., Sun, D.-W., Du, C.-J., Allen, P., & Downey, G. (2008). Prediction of beef eating quality from colour, marbling and wavelet texture features. *Meat Science*, 80(4), 1273-1281.

Jackman, P., & Sun, D.-W. (2011a). Recent advances in the use of computer vision technology in the quality assessment of fresh meats. *Trends in Food Science and Technology*, 22(4), 185-197.

Jackman, P., & Sun, D.-W. (2011b). Application of computer vision systems for objective assessment of food qualities. In Y.-J. Cho (Ed.), *Emerging technologies for evaluating food quality & food safety.* Boca Raton, Florida, USA: Taylor & Francis.

Jackman, P., & Sun, D.-W. (2011c). Computer vision in the meat industry (fresh and processed). In D.-W. Sun (Ed.), *Computer vision technology in the food and beverage industries.* Cambridge, UK: Woodhead.

Kenneth R. Castleman. *Digital Image Processing*. Prentice Hall. 1996.

Khazaei, N.B., Tavakoli, T., Ghassemian, H., Khoshtaghaza, H., Banakar, A., 2013. Applied machine vision and artificial neural network for modeling and controlling of the grape drying process. *Comput. Electron. Agric*. 98, 205–213.

Krokida, M. K., Maroulis, Z. B., & Saravacos, G. D. (2001). The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *International Journal of Food Science and Technology*, 36(1), 53–59.

Larcher, L., Biasoni, E., Cattaneo, C., Juárez, P., 2016. Aplicación de análisis de imágenes digitales a la deshidratación de rodajas de anco (Cucurbita moschata). *Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA*. 325-331.

Leiva, G.; Mondragón, G.; Mery, D.; Aguilera, J.M (2011): The automatic sorting using image processing improves postharvest blueberries storage quality. *Proceedings of International Congress on Engineering and Food*.

Li, Q. Z., & Wang, M. H. (1999). Development and prospect of real time fruit grading technique based on computer vision. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 30(6), 1–7.

Maté, J. I., Quartaert, C., Meerdink, G., & van_t Riet, K. (1998). Effect of blanching on structural quality of dried potato slices. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 46(2), 676–681.

Mattea, M., Urbicain, M. J., & Rotstein (1989). Computer model of shrinkage and deformation of cellular tissue during dehydration. *Chemical Engineering Science*, 44(12), 2853–2859.

McMinn, W. A. M., & Magee, T. R. A. (1997). Quality and physical structure of a dehydrated starch-based system. *Drying Technology*, 15(6/8), 1961–1971.

Mery, D.; Lillo, I.; Loebel, H.; Riffo, V.; Soto, A.; Cipriano, A.; Aguilera, J.M. (2011): Automated Fish Bone Detection using X-ray Testing. *Journal of Food Engineering*, 105(2011):485-492.

Mery, D. (2011a): Automated Detection in Complex Objects using a Tracking Algorithm in Multiple X-ray Views. *Proceedings of the 8th IEEE Workshop on Object Tracking and Classification Beyond the Visible Spectrum* (OTCBVS 2011), in Conjunction with Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2011). Colorado Springs, USA.

Mondragón, G.; Leiva, G.; Aguilera, J.M.; Mery, D. (2011): Automated detection of softening and hard columella in kiwifruits during postharvest using X-ray testing. *Proceedings*

ISSN: 1853-6662 Número 4, Año 2018, UNSE

of International Congress on Engineering and Food.

Ortiz-García-Carrasco, B., Yañez-Mota, E., Pacheco-Aguirre, F. M., Ruiz-Espinosa, H., García-Alvarado, M. A., Cortés-Zavaleta, O., & Ruiz-López, I. I. (2015). Drying of shrinkable food products: appraisal of deformation behavior and moisture diffusivity estimation under isotropic shrinkage. *Journal of Food Engineering*, *144*, 138-147.

Ruiz-López, I.I., Ruiz-Espinosa, H., Arellanes-Lozada, P., Bárcenas-Pozos, M.E., García-Alvarado, M.A., 2012. Analytical model for variable moisture diffusivity estimation and drying simulation of shrinkable food products. *J. Food Eng*. 108 (3), 427–435.

Souraki, B.A., Mowla, A., 2008. Axial and radial moisture diffusivity in cylindrical fresh green beans in a fluidized bed dryer with energy carrier: modeling with and without shrinkage. *Journal of Food Engineering*, 88 (1), 9–19.

Sun, D.-W. (2000). Inspecting pizza topping percentage and distribution by a computer vision method. *Journal of Food Engineering*, 44, 245–249.

Sun D.-W. (Ed.), (2008). *Computer vision technology for food quality evaluation*. San Diego, California, USA: Academic Press/Elsevier, (583 pp.).

Wang, H.-H., & Sun, D.-W. (2001). Evaluation of the functional properties of cheddar cheese using a computer vision method. *Journal of Food Engineering*, 49(1), 47–51.

Yadollahinia, A., Jahangiri, M., 2009. Shrinkage of potato slice during drying. *Journal of Food Engineering* 94 (1), 52–58.

Yadollahinia, A., Latifi, A., Mahdavi, R., 2009. New method for determination of potato slice shrinkage during drying. *Comput. Electron. Agric.* 65 (2), 268–274.

Yan, Z., Sousa-Gallagher, M.J., Oliveira, F.A.R., 2008. Shrinkage and porosity of banana, pineapple and mango slices during air-drying. *Journal of Food Engineering* 84 (3), 430–440.



INVESTIGACIONES EN FACULTADES DE INGENIERÍA DEL NOA

ISSN: 1853-6662
NÚMERO 4
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
SANTIAGO DEL ESTERO
2018