

Diseño y desarrollo de equipamiento para madurar quesos caprinos

Sandra L. Martínez²; Luis Gonzalez¹; René A. Rodríguez¹; René J. Rodríguez¹; Luis Aguilar¹

(1) Departamento de Mecánica, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
laguilar@unse.edu.ar

(2) Instituto de Ciencia y Tecnología de los Alimentos (ICYTA), Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.
sandram@unse.edu.ar

RESUMEN

En Argentina se procesan anualmente alrededor de 1.7 millones de litros de leche caprina, de los cuales se obtienen entre 150 y 170 toneladas de queso. De las que el 18% se elabora en Santiago del Estero. La lechería caprina es de gran importancia económica para el NOA, donde se localiza el 60% del ganado caprino lechero.

Transformar la leche en queso, permite conseguir un alimento de alto valor nutritivo con mejores características organolépticas, incrementar su valor agregado, obtener un producto menos perecedero lo que favorece su disponibilidad y accesibilidad. Para que el queso adquiera el flavor y la consistencia deseados, se debe someter a un proceso de maduración. La calidad del queso y la competitividad de la PyME queseras, están fuertemente asociadas a la posibilidad de estandarizar la tecnología usada durante la elaboración.

La potencialidad de concretar este prototipo radica por un lado, en disponer de una tecnología transferible para el pequeño productor y aportar al plan de competitividad del gobierno provincial. Y por otra parte, como el desarrollo lo realizan estudiantes de ingeniería electrónica como proyecto final de graduación, ensayar una estrategia pedagógica interdisciplinaria y poner en acto la transversalidad, tan demandada a la universidad.

INTRODUCCIÓN

El Plan de Competitividad del Conglomerado de Actividad Caprina de Santiago del Estero, destaca que mundialmente se producen 12.3 millones de toneladas de leche caprina de las cuales el 70% se destina a elaborar quesos. Y que en Argentina, se procesan aproximadamente de 1.5 a 1.7 millones de litros de leche de cabra anuales, (0.01 de la producción mundial), de los cuales se obtienen entre 150 y 170 toneladas de queso. Santiago del Estero (SE), representa un poco más del 18% de la producción de leche y quesos de la Argentina. La producción lechera caprina tiene gran importancia económica en el NOA, donde se localiza el 60% de los animales dedicados a ésta producción, siendo la cuenca de Río Dulce, SE, la más importante del país (Frau, 2010).

El queso es una transformación de la leche que le permite incrementar su valor agregado, obtener un producto menos perecedero, lo que favorece la disponibilidad y accesibilidad a este alimento de alto valor nutritivo y mejorar sus características organolépticas. El queso de acuerdo con su tipo y condiciones de almacenamiento tiene una vida útil que puede variar de pocos días a varios meses. (Heredia Montenegro, 2006). Podemos aseverar entonces, que el objetivo de elaborar un queso es el de conseguir un producto apetecible y duradero, en el que se hallan concentrados los nutrientes más importantes de la leche. Sin embargo, para que el queso adquiera el flavor y la consistencia deseados, se debe someter a un proceso de maduración (Walstra, 2001). Durante la etapa de la maduración ocurren una serie de transformaciones de naturaleza microbiológica, bioquímica y física que le imprimen al queso sus características

organolépticas. Las condiciones de temperatura, humedad relativa y recambios de aire a las que se desarrolla el proceso, determinan el ciclo de maduración y dependen del tipo de queso. Las condiciones ambientales inciden en la velocidad de maduración, pérdidas de peso, formación de corteza y en casos específicos el desarrollo de la flora microbiana superficial, es decir influyen en las características y naturaleza del queso (Bylund, 2003).

Roberto Castañeda (2010), en su exposición acerca de cómo mejorar la calidad del queso y la competitividad de la PyME quesera, destaca como debilidad de este tipo de empresas, la baja estandarización, que impide mantener una calidad a lo largo del tiempo, y específicamente enfatiza que la sustentabilidad del emprendimiento está fuertemente asociada a la posibilidad de estandarizar la tecnología.

El trabajo que se presenta, se ejecuta en el seno de un equipo de investigación interdisciplinario conformado por ingenieros en alimentos, electromecánicos y electrónicos. El desarrollo propiamente dicho es realizado por estudiantes de ingeniería electrónica como proyecto final de graduación. Se ensaya así, la interdisciplinariedad como una estrategia pedagógica que implica la interacción de varias disciplinas que a través del diálogo y la colaboración permiten lograr un nuevo conocimiento. La interdisciplinariedad favorece el pensamiento flexible, desarrolla y mejora las habilidades del aprendizaje, facilita el entendimiento, incrementa la habilidad de acceder al conocimiento adquirido y propicia integrar contextos disímiles (Caravajal Escobar, 2011). Y dado que los resultados de este trabajo, apuntan a incrementar la competitividad de los pequeños productores caprinos, pone de manifiesto otra de las características de esta iniciativa, la transversalidad. El diseño de un prototipo para madurar quesos caprinos resulta ser un instrumento articulador, que permite interrelacionar el sector educativo con una dimensión de la vida social. Los proyectos que dan respuestas a demandas sociales concretas son instrumentos de carácter interdisciplinario, que recorren la totalidad de las áreas del conocimiento, las disciplinas y los temas, con la finalidad de crear condiciones favorables para proporcionar a los estudiantes una mayor formación, en aspectos sociales. Los ejes transversales constituyen un campo de experimentación privilegiado, ya que permiten generar estrategias de innovación y participación educativa. Establecen los fundamentos para la práctica pedagógica al integrar los campos del ser, el saber, el hacer y el estar, proveyendo conceptos, procedimientos, valores y actitudes,

que orientan la enseñanza y el aprendizaje (de la Torre Gamboa, 2011). La transversalidad como estrategia docente se constituye en una manera de lograr una educación más ligada a la vida social, dando de este modo respuesta a uno de los propósitos centrales de la educación, lograr mejores condiciones para vivir y convivir, necesarios en el proceso formativo de todo ser humano (Fernández Batanero, 2003).

El equipo de investigación interdisciplinario que presenta este trabajo, ha desarrollado una metodología para la enseñanza de las ingenierías, a través del diseño de equipamientos, que además de dar respuesta a una demanda concreta del medio, asegura el desarrollo y la internalización de las competencias genéricas, y la adquisición de las competencias específicas y las competencias laborales, del ingeniero. El grupo de trabajo tiene trayectoria en el desarrollo de tecnologías para imprimir valor agregado a producciones regionales. En este caso particular, presenta el grado de avance de un equipamiento para la maduración de quesos caprinos, a escala piloto.

La potencialidad de concretar este prototipo radica por un lado, en disponer de una tecnología transferible y apropiable para el pequeño productor, debido a que el 70% de la leche caprina que éste produce la destina a la elaboración de quesos, que aportaría al plan de competitividad impulsado por los gobiernos nacional y provincial y por otra parte, que el desarrollo lo llevan a cabo estudiantes de ingeniería electrónica como proyecto final de graduación, a través de los cuales se ensaya una estrategia pedagógica interdisciplinaria y se pone en acto la transversalidad, tan demandada a la universidad.

MATERIALES Y METODOS

El diseño y desarrollo de la cámara de maduración para quesos caprinos a escala piloto, se realiza en la Planta Piloto de Procesamiento de Alimentos, instalaciones que la Facultad de Agronomía y Agroindustrias de la UNSE posee en el Parque Industrial de la provincia.

El principio rector de la labor es garantizar la accesibilidad a un módulo que permita el control y monitoreo de la maduración de quesos. Por lo que se desprende que es el criterio técnico económico el que delimita las alternativas de solución y los materiales y métodos, que se apliquen en la construcción del equipamiento.

La metodología implementada la desarrolló el equipo de investigación transdisciplinario, que presenta este trabajo, mediante el cual la ensaya y valida. Está constituida por una serie de etapas y acciones, cuya sucesión se muestra en la figura 1.

Las diferentes etapas deben ser superadas en forma acabada por los estudiantes de ingeniería electrónica, antes de poder dar paso a la siguiente

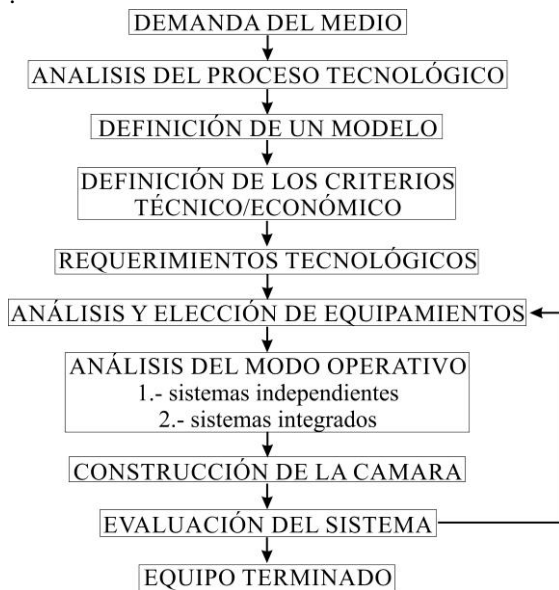


Figura 1. Flujograma de actividades realizadas para la construcción del equipamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Para visualizar el estado de avance del trabajo que se presenta se han enumerado las etapas, que la metodología que propone y se describe

1- Demanda del medio: los estudiantes asumieron el desafío de desarrollar un equipamiento que posibilite estandarizar la maduración del queso caprino. Disponer esta tecnología, aporta a la competitividad de las PyME, de un sector vulnerable, desde el punto de vista de la economía, como lo es el de los productores caprinos. El tomar contacto con la realidad del medio y hacerse eco de sus demandas, imprime el carácter transversal al proyecto.

2-Análisis del proceso tecnológico: Los estudiantes para realizar un sistema de control electrónico a medida de lo requerido debieron interiorizarse sobre diversas áreas de la ingeniería. Esto es, desde la Ingeniería en Alimentos: sobre las condiciones de temperatura, humedad y duración del proceso de maduración, requeridas para la elaboración de quesos caprinos. Además, de los requisitos de recirculación del aire en el interior de la cámara, así como del recambio con el exterior. Fundamentales, para el óptimo desarrollo de las bacterias lácticas responsables de las características organolépticas e higiénico sanitarias del producto. Y desde la Ingeniería

Electromecánica: sobre el principio de funcionamiento de los sistemas de frío, calor y control. Es decir, los requerimientos de los sistemas de generación de vapor y de refrigeración.

3- Definición de un modelo: definieron el modelo general para determinar los componentes y los sistemas de control que el equipamiento necesita. Y analizaron el modo de operación del sistema.

4- Definición de los criterios técnico/económicos: el principio rector de la metodología empleada fue el garantizar la accesibilidad a un módulo que permita el control y monitoreo de la marcha de la fermentación de los embutidos.

5- Requerimientos Tecnológicos: las condiciones de maduración, dependen del tipo de queso. Se requieren distintas temperaturas y humedades relativas en las cámaras de maduración, según sea el tipo. Como se desea disponer de una tecnología versátil, se establece que sean capaces de trabajar entre 4 a 16 °C y entre 70 a 85% HR, por espacio de 2 a 6 semanas.

6- Para llevar a cabo el proceso, determinaron la necesidad de disponer de un sistema de acondicionamiento del aire para mantener las condiciones de humedad y temperatura en la cámara, debido a que se tiene que eliminar humedad lo que resulta difícil si el aire ambiente tiene una elevada humedad relativa. Además, de un sistema para la homogenización y el recambio de aire, ya que se necesita que las condiciones ambientales se mantengan homogéneas, en todos los puntos del interior de la cámara y que su volumen se recambie al menos cuatro veces por día. Establecieron que se requiere del control de temperatura, humedad relativa y ventilación o recambios de aire en el interior de la cámara donde permanecen los quesos hasta su disposición para empacado. Para lo cual se valúan sugeridas y se escoge aquellas que resultan del cotejo de la factibilidad técnico-económica, de cada uno de los materiales y sistemas a emplear.

7- Análisis y elección de equipamientos: realizaron trabajos de inspección de gabinetes en desuso, separándose los equipamientos susceptibles de ser aprovechados, para el desarrollo de la cámara de maduración de quesos, teniendo en cuenta las características descritas. En base a lo cual seleccionaron un gabinete de heladera sin funcionar, cuyas dimensiones son de 0,6 x 1,6 x 0,5 metros (largo x alto x ancho). Luego, con el propósito de establecer la situación de partida, se cotejó lo disponible con lo necesario, dando lugar al listado de requerimientos de materiales nuevos y de los sistemas a instalar.

Actualmente, el proyecto se encuentra en proceso de construcción de la cámara. El diseño de la

misma contempló el desarrollo de sistemas electromecánicos para acondicionar el habitáculo. Se refaccionó el sistema de refrigeración, se construyó el vaporizador para generar humedad, se colocaron ventiladores (coolers) para homogeneizar la temperatura del recinto e intercambiar el aire con el exterior. Además, se desarrolló el sistema electrónico que relaciona los sensores de medición de temperatura y humedad relativa con el efectivo microcontrolador, el que permitirá censar todas las variables del proceso y toma las decisiones correspondientes, realizando de esta manera un control automático del sistema. También, se acondicionaron, en forma individual, las señales provenientes de sensores para la obtención de los factores climáticos que necesita el habitáculo para la maduración de quesos.

Aún falta por realizar pruebas en conjunto de los sistemas para observar su comportamiento y realizar los ajustes necesarios que nos brinden los resultados esperados.

CONCLUSIONES

Entre los objetivos se pueden destacar que los estudiantes lograron:

- Estudiar y comprender: procesos de fermentación y maduración de quesos, teoría de refrigeración, teoría de generación de vapor.
- Emplear la teoría de control estudiada en la carrera para manipular el comportamiento de la cámara.
- Aplicar los conocimientos adquiridos durante el cursado de la carrera de Ingeniería Electrónica.
- Demostrar capacidades y aptitudes profesionales suficientes para afrontar y resolver un problema concreto de ingeniería.

Del trabajo realizado se rescata:

La metodología desarrollada por el equipo de investigación interdisciplinario que presenta este trabajo, permite poner en acto absolutamente todas las funciones que le corresponden a la Universidad como agente de la Educación Superior, este es: docencia, investigación, innovación y transferencia. La importancia de la tarea desarrollada se basa en que no se ha encontrado bibliografía que utilice para la didáctica de las ingenierías, el diseño y construcción de equipamientos a escala piloto, en este caso particular, a través del diseño y construcción de una cámara de maduración de queso caprino. A través de la cual, los estudiantes por un lado, conjugaron sus conocimientos teóricos acerca del control de procesos, y los plasmaron concretamente en un desarrollo como

el descrito, Y por otro lado, se interiorizaron de una problemática regional, como lo es la baja competitividad de un sector de escasos recursos por la falta de tecnología que les permita estandarizar la producción.

La tecnología que se está desarrollando por su tamaño resultará de interés para los pequeños productores locales quienes podrán disponer de una tecnología apropiable que apunte al incremento de la competitividad de sus PyME's, esta particularidad es la que le imprime el carácter transversal al trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Bylund, G. Manual de Industrias Lácteas, A. Madrid Vicente, Madrid, España, 2003.

Carvajal Escobar, Y. Interdisciplinariedad: Desafío Para La Educación Superior Y La Investigación. Revista Luna Azul ISSN 1909-2474. Nº 31 jul-dic 2010.

Castañeda R., Como mejorar la calidad del queso y la competitividad de la PYME quesera." 1^{er} Encuentro Provincial de la Cadena de Valor de las Pymes Lácteas. Rafaela, Santa Fe, 19 de noviembre de 2010.

De la Torre Gamboa, M., TRANSVERSALIDAD E INTERDISCIPLINA EN LA FORMACIÓN UNIVERSITARIA.

<http://www.cambioeducativo.com.mx/descargas/Ponencias/transversalidadeinterdiscip2011.pdf> (Revisada en octubre 2011).

Fernández Batanero, J.M. LA TRANSVERSALIDAD CURRICULAR EN EL CONTEXTO UNIVERSITARIO: UN PUENTE ENTRE EL APRENDIZAJE ACADÉMICO Y EL NATURAL. Universidad de Sevilla. Revista Fuentes. Volumen 5, 2003.

Frau, S., Togo, J., Pece, N., Paz, R. & G. Font, Estudio comparativo de la producción y composición de leche de cabra de dos razas diferentes en la provincia de Santiago del Estero. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata (2010) Vol 109 (1): 9-15.

Heredia Montenegro, M.I. Aplicación de antibiótico para eliminar bacterias del grupo coli aerógenas en la elaboración de queso andino.

<http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/874/1/27T091.pdf>. 26 de junio de 2013.

Plan de Competitividad del Conglomerado de Actividad Caprina de Santiago del Estero. Programa de Competitividad del Norte Grande Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Secretaría de Política Económica

http://www.mecon.gov.ar/programanorte grande/documentos/sgo_caprino_pc_resumen.pdf

Walstra, P., T.J. Geurts, A. Noomen, A. Jellema & M.A.J.S. van Boekel, Ciencia de la Leche y

Tecnología de los Productos Lácteos, Acribia,S.A., Zaragoza, España, 2001.