

NOTA TÉCNICA

## Mapa forestal del valle de inundación e islas del Río Paraná y sur de la Provincia de Santa Fe

*Distribution of forested areas in the floodplain and islands of the Parana River and southern Santa Fe Province, Argentina*

Alzugaray C.<sup>1</sup>; N. Di Leo<sup>1</sup> y N. J. Carnevale<sup>2</sup>

Recibido en junio de 2015; aceptado en noviembre de 2016

### RESUMEN

Como consecuencia del modelo productivo predominante, los bosques nativos en la provincia de Santa Fe, han sido gravemente afectados. Se usaron imágenes Landsat para determinar la superficie arbórea remanente sobre 6.304.156,7 ha en el valle de inundación e islas del Río Paraná y al sur de la ruta nacional N° 19, y se realizaron censos georreferenciados a campo, que cubrieron los tipos de comunidades arbóreas existentes. Se encontraron los siguientes tipos de bosques: alisales de *Tessaria integrifolia*, sauzales de *Salix humboldtiana*, bosque insular, bosque mixto, sabanas arbóreas con predominancia de *Acacia caven* y sabanas arbustivas. Del total relevado, 361.195 ha corresponden a comunidades boscosas que se encuentran en distinto grado de conservación, acorde con la geomorfología y el manejo productivo. La distribución de estos bosques no es homogénea. La superficie ocupada y el número de especies relevadas disminuyen, siguiendo un gradiente N-S en correspondencia con la densidad poblacional, accesibilidad y explotación agropecuaria tradicional. Los escasos parches de bosques al sur de la ruta 19 se asemejan a sabanas arboladas con predominio de *Acacia caven* y presencia de *Parkinsonia aculeata*, *Sapium haematospermum*, *Schinus molle* y especies exóticas como *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo* y *Fraxinus sp.* Esta información se utilizó para el ordenamiento territorial del bosque nativo en la provincia de Santa Fe, previsto por la Ley Nacional N° 26.331 y conforme a las facultades otorgadas por la Ley Provincial N° 12.336.

**Palabras clave:** Bosques insulares; Bosques fragmentados; Número de especies; Río Paraná; Sur de Santa Fe; Valle de inundación.

### ABSTRACT

As a result of the predominant production model, native forests in the province of Santa Fe have been seriously affected. Landsat images were used to determine the residual forested land area over 6.304.156,7 ha in the flood plain and islands of the Parana River, south of National Route 19, and georeferenced field census data were collected covering the existing tree communities. The following forest types were found: alder forests of *Tessaria integrifolia*, willow forests of *Salix humboldtiana*, insular forests, mixed forests, tree savannas with predominance of *Acacia caven*, and shrub savannas. From the total land area, 361.195 ha are covered by forest communities that remain in different degrees of conservation, based on geomorphology and productive management. The distribution of these forests is not homogeneous. The occupied areas and the number of species decrease following a N-S gradient, in correspondence with population density, accessibility, and traditional agricultural activities. The scarce forest patches South of Route 19 resemble savanna woodlands with *Acacia caven* as the dominant species and with the presence of *Parkinsonia aculeata*, *Sapium haematospermum*, *Schinus molle*, as well as some exotic species such as *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo* and *Fraxinus sp.* This information was used for mapping the land used of the native forests in the Province of Santa Fe, as stated by National Law 26.331 and Provincial Law 12.336.

**Keywords:** Floodplain; Fragmented forests; insular forests; Río Paraná; Southern Santa Fe; Number of species.

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Rosario. Argentina. E-mail: calzugarmail.com

<sup>2</sup> Consejo de Investigaciones. Universidad Nacional de Rosario. Argentina.

## 1. INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad está ligada al uso de los bosques. El desarrollo de las distintas sociedades ha dependido de los mismos para la obtención del combustible, la alimentación y la construcción de viviendas. Como contrapartida, el crecimiento de las ciudades y su economía han implicado el avance inexorable de la deforestación (FAO, 2012). La República Argentina no está exenta de este problema. En el caso de la provincia de Santa Fe, la existencia de áreas boscosas está registrada tanto en el mapa fitogeográfico de Cabrera (1976) como en el de Ecorregiones (Brown y Pacheco, 2006), basado en el anterior. El norte de la provincia, en la zona llamada Cuña Boscosa, durante el período 2000-2008, ha experimentado una significativa tasa de deforestación, superior a la tasa mundial (-2,3 %), como resultado del corrimiento de la frontera agrícola, (Carnevale *et al.*, 2009). La nación cuenta con la ley 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos, que en su Art. N° 12, inciso “e”, exige mantener actualizada la información sobre la superficie cubierta por bosques nativos y su estado de conservación. Para su reglamentación y la elaboración de mapas de ordenamiento territorial, ha sido necesario conocer la superficie actual existente de los bosques y masas arbóreas remanentes, a fin de poder establecer las diferentes categorías para la recomendación de su manejo. A tal fin se realizó un estudio combinado, a partir de imágenes satelitales disponibles y relevamientos de campo, para establecer la superficie actual existente de bosques. Hasta el presente no existían datos concretos sobre ellos en las ecorregiones del valle de inundación e islas del Río Paraná, y en la Ecorregión Pampeana en esta provincia. Para la Ecorregión del Espinal existe un informe regional perteneciente al Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2004). De sus resultados generales se desprende que las tierras forestales representan sólo un 7,5 % de la superficie total de la región, concentradas en los extremo sur y suroeste de la formación, correspondientes a la provincia de La Pampa, al centro de San Luis y, en una muy pequeña porción, al suroeste de Córdoba. Las formaciones boscosas casi han desaparecido en los otros sectores de la región, al nivel de percepción adoptado por dicho inventario. El mapa actual de ecorregiones en Argentina se generó sobre la base del mapa de regiones fitogeográficas de Cabrera (1976), con algunos límites redefinidos para el Espinal luego de la realización del Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Sin embargo, es un mapa potencial ya que no consideraba los drásticos cambios en el uso del suelo, acaecidos en algunas de las ecorregiones (Brown y Pacheco, 2006). Las provincias más afectadas por la transformación son Buenos Aires, Córdoba y Santa Fe, y, a modo global, la Ecorregión del Chaco, seco y húmedo, por el proceso de sojización y la aplicación de un único modelo productivo (Pengue, 2009). Este modelo en la Región Pampeana ha arrasado hasta con los relictos de vegetación nativa en banquinas, costados de caminos y sectores aledaños a alambradas, vías férreas y bordes de lagunas y cursos de agua (Franceschi y Bocanelli, 2013). En la provincia de Santa Fe existen estudios de vegetación que atestiguan como áreas históricamente dedicadas a la ganadería, que conservaban en cierta medida algunas de las características de la vegetación original como, por ejemplo, algunas especies, cobertura similar, y otras características (Lewis *et al.*, 1985a, Carnevale *et al.*, 1987), han ido retrocediendo en pos de ganar terrenos para la agricultura. Ejemplo de ello son las ecorregiones del Chaco Húmedo (Carnevale *et al.*, 2007) y del Espinal (Arturi, 2005; Lewis *et al.*, 2006). Estas ecorregiones son las que más captan la atención en el momento de elaborar proyectos de manejo sustentable y que involucran organizaciones como la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), Hábitat y Desarrollo, Fundapaz, y Fundación Vida Silvestre, entre otras.

Tanto las islas como el delta del río Paraná y el sur de Santa Fe, incluyendo el Espinal y la Región Pampeana, recién en la última década han sido motivo de preocupación ambiental.

Esto se debe, por un lado, a la intensa presión ganadera que han sufrido las islas, actividad que se desarrollaba antes en tierra firme (Combin *et al.*, 2010), sumada a la práctica anual de quema de biomasa muerta y vegetación en pie con el fin de acelerar el rebrote de las comunidades herbáceas para consumo del ganado. Por otro lado, también se debe a la escasa

representatividad de áreas protegidas, tanto en la Ecorregión Pampeana (1,02 %) como en el Espinal (0,57 %), cuando lo aceptable sería un porcentaje superior al 11 % (APN, 2007). En cambio, en la Ecorregión del delta e islas del Paraná existen diferentes tipos de áreas protegidas, desde el sitio Ramsar Jaaukanigás (gente de río), que abarca unas 500.000 ha, hasta parques nacionales, provinciales y reservas municipales y de uso múltiple.

La provincia de Santa Fe promulgó en 2003 la Ley 12.175 que regula las áreas protegidas (Ministerio de Aguas, Servicios Públicos y Medio Ambiente, 2003), y en 2010 se creó el Parque Nacional Delta e Islas del Paraná, primer Parque Nacional de Santa Fe, de acuerdo con la Ley N° 12.901. El Parque Nacional Islas de Santa Fe comprende las islas de la anterior reserva provincial El Rico y suma algunas más, ocupando una superficie actual total de 2.900 ha. Esta ecorregión representa el 27,44 % de las áreas protegidas.

### **Breve descripción de las ecorregiones del Delta e islas del Paraná, del Espinal y de la Ecorregión Pampeana**

El valle de inundación del Río Paraná en la provincia de Santa Fe está inscripto dentro de una gran ecorregión denominada Delta e islas del Paraná, que comprende los valles de inundación de los trayectos medios e inferiores de los ríos Paraná y Uruguay que recorren la llanura Chaco-Pampeana. Según Iriondo (1987) la actual llanura aluvial del Paraná ocupa una amplia faja recorrida por el cauce principal del río, brazos menores permanentes, riachos temporarios y gran cantidad de lagunas, pantanos y bañados. El río Paraná fluye a lo largo de por lo menos cuatro fracturas mayores y atraviesa también elementos menores.

La Ecorregión Delta e Islas de los ríos Paraná y Uruguay es una zona muy dinámica de modelado fluvial actual, compuesta por un conjunto de macrosistemas de humedales. Se la considera azonal, ya que sus rasgos son cambiantes y dependientes de una dinámica de pulsos, y no responde a factores operativos a gran escala, como el clima o la geología. (Mateucci, 2012). En esta ecorregión predominan los suelos del orden de los Molisoles, que son ricos en materia orgánica, bien estructurados y en general bien drenados.

La particular vegetación del valle de inundación del río Paraná está ubicada sobre una llanura de inundación compuesta y viva (Franceschi *et al.*, 1985), formada por deposición de sedimentos y erosión constante, a lo que se suma una dinámica muy rápida de las comunidades vegetales. Esto hace que el paisaje varíe de acuerdo con esos factores. De todos modos, “la distribución relativa de las comunidades probablemente subsista, ya que las comunidades boscosas son y serán periféricas” y se instalan sobre las llanuras de bancos y tal vez también sobre los meandros, y las herbáceas sobre las llanuras de avenamiento impedido (Franceschi *et al.*, 1985).

La fisonomía de la vegetación del valle de inundación del río Paraná se puede clasificar de la siguiente manera: en las zonas periféricas es donde se ubican generalmente diferentes clases de bosques fluviales (Morello, 1949; Burkart, 1957; Franceschi and Lewis, 1979; Franceschi *et al.*, 1985), que incluyen a los alisales, sauzales y al bosque insular. El ensamble de las especies de estos bosques tiene características particulares, ya que responde a la presión selectiva de pulsos alternados de inundación y sequía (Casco y Neiff, 2006). Estos pulsos varían de acuerdo con las variables que los modulan, condicionando los diferentes tipos de bosques en la región (Casco y Neiff, 2006). El régimen del Río Paraná presenta inundaciones anuales que, en períodos irregulares, son más intensas y, con una frecuencia aproximada de dos por siglo, son extraordinarias, con carácter catastrófico, ya que destruyen la vegetación herbácea y aún la leñosa, debido principalmente a la duración de la inundación, y, en menor medida, por erosión, sedimentación y remoción (Franceschi *et al.*, 2010).

Las otras formaciones son: sabanas y arbustales, que incluyen a los espinillares, y chilcales y las comunidades herbáceas de camalotales, canutillares, juncales, cataisales, verdolagales y pajonales (Franceschi *et al.*, 1985).

También pueden existir otras comunidades vegetales, pero en toda la región son las que aquí se mencionan, aunque pueden variar en su extensión y riqueza, principalmente como consecuencia del manejo de la ganadería y del fuego (Franceschi *et al.*, 1985).

En el interior se distribuyen cubetas de diverso tamaño, regularmente inundables, dependiendo de la época del año, cubiertas por vegetación higrófila; y en las planicies inundables hay pastizales y pajonales (Franceschi *et al.*, 2005) alternando con comunidades acuáticas en canales y lagunas. La riqueza florística de la vegetación en general va disminuyendo hacia el sur, particularmente la vegetación leñosa, que pasa de comunidades altamente diversas a comunidades dominadas por *Salix humboldtiana* (Franceschi *et al.*, 1985).

La fauna es particularmente rica comparada con la Ecorregión Pampeana. Existe una importante riqueza ictícola, y la diversidad de vertebrados está ampliamente representada por anfibios y reptiles (Bó, 2005). Los mamíferos presentan importantes poblaciones de nutrias, carpinchos (*Hydrochoerus hydrochaeris*), coipo (*Myocastor coipus*), pequeñas poblaciones de ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*), lobito de río (*Lontra longicaulis*) y monos aulladores (*Alouatta sp.*). Entre las aves acuáticas predominan las garzas (*Egretta alba*), patos (*Anas sp.*) y gallaretas (*Gallinula chloropus*). Entre los anfibios se encuentra una subespecie endémica, la ranita trepadora (*Ololygon x signata* = *Scinax eryngyophila*). Otras especies son el lagarto overo, (*Tupinambis teguixin*) y el yacaré ñato (*Caiman latirostris*) (Mateucci, 2012).

La Ecorregión Pampeana, que en este estudio es incluida en una pequeña porción, presentaba originalmente vegetación herbácea, tal como fue descripta por Lewis *et al.* (1985b; 1985c); Carnevale *et al.* (1987), y la vegetación arbórea estaba presente en la desembocadura de arroyos sobre el Río Paraná, y sobre la misma barranca del Paraná. Pasotti y Canoba (1979), en un estudio con imágenes satelitales de la llanura pampeana santafesina, destacan los bosques de la llanura aluvial del Paraná y la formación de bosques implantados de la empresa Celulosa Argentina, y consideran que otros sitios no son relevantes en términos de superficie ocupada.

En 1985(a), Lewis *et al.* describieron algunas comunidades de bosques de *Celtis tala* y otras leñosas, consideradas misceláneas. En ese trabajo se afirma que la presencia de bosques era muy escasa en la región y que, posiblemente en el pasado, los bosques hayan cubierto áreas mayores, formando una faja a lo largo de las barrancas del río Paraná, en el extremo oriental. Se describen pequeños grupos de árboles o árboles aislados, a lo largo de toda la costa, y tres relictos un poco más grandes, dos de ellos ubicados a más de 20 km al oeste de la costa del Paraná. También se afirma que, si estuviesen bien conservados, el estrato arbóreo de 5-8 metros, sería continuo, y estaría compuesto por especies como *Celtis tala*, *Prosopis sp.*, *Acacia caven*, *Schinus polygamus*, *Geoffroea decorticans*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Phytolacca dioica* y *Jodina rhombifolia*. También se menciona que *Celtis tala* era la especie más frecuente y la más abundante en los relictos, y la última, la más rara. Asimismo se hace referencia a la existencia de sabanas de *Acacia caven*, *Prosopis spp.*, *Parkinsonia aculeata* y *Geoffroea decorticans*, con un estrato herbáceo de pradera salada. La última especie leñosa mencionada, suele formar pequeños grupos, en especial sobre el valle del río Carcarañá. A lo largo del curso inferior del arroyo Pavón y en ciertas partes del río Carcarañá, se menciona la existencia de una galería de *Salix humboldtiana*, aunque formada por una fila discontinua de árboles (Lewis *et al.*, 1985a).

La Ecorregión Pampeana, es un área casi totalmente transformada, con excepción de algunos relictos en bajos salinos, cañadas y algunos sectores de márgenes de ríos y arroyos. Actualmente, la vegetación arbórea nativa está extremadamente restringida y en muchos sitios crece junto a especies exóticas implantadas o invasoras (Franceschi y Bocanelli, 2013). Esta ecorregión, está rodeada por un área cubierta por bosques y sabanas, cuyas dominantes fisonómicas corresponden a una o varias especies arbóreas de los géneros *Prosopis*, *Acacia*, *Celtis*, *Geoffroea* y otros. Esta área fue denominada por Lewis y Collantes (1973) como Espinal Periestépico, y es considerada actualmente como la Ecorregión del Espinal (Administración de Parques Nacionales APA, 2007).

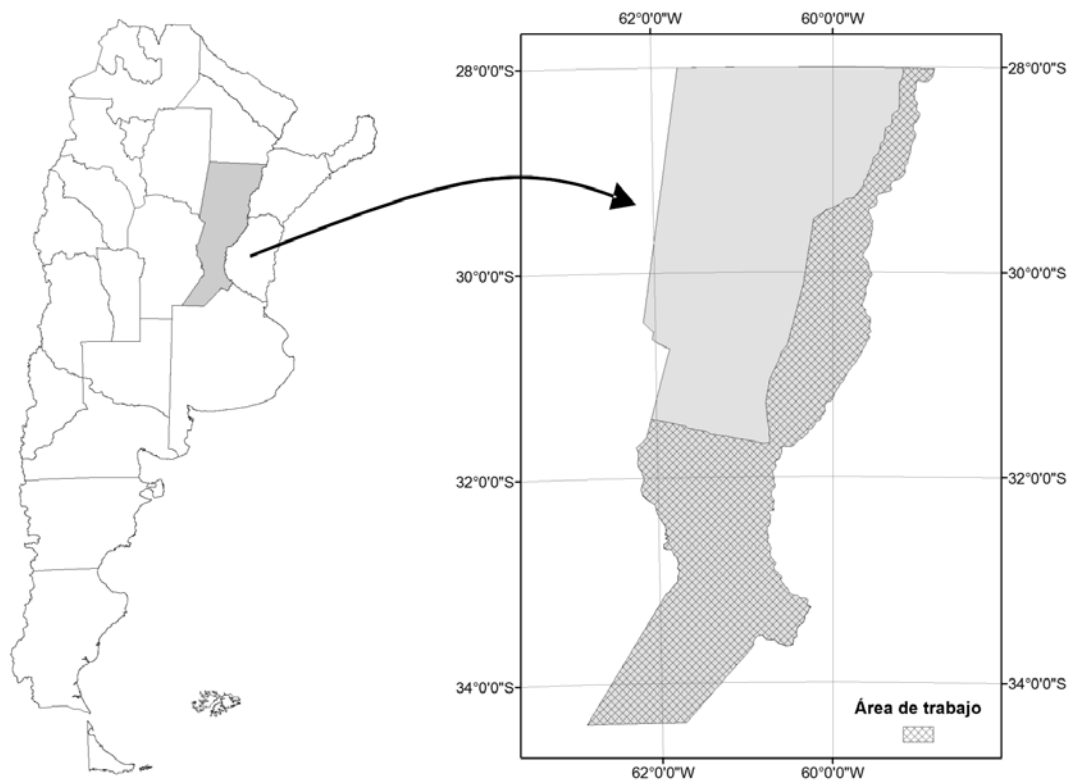
En este estudio se incluye un sector del área al sur de la ruta nacional N° 19, correspondiente al Espinal. En él se han descripto pequeños bosquecitos o isletas de especies leñosas,

monoespecíficas de *Geoffrea decorticans* o *Parkinsonia aculeata*. En algunas ocasiones estas especies están acompañadas de *Prosopis sp.* y *Celtis sp.* (Franceschi y Alzugaray, 2001). En un estudio posterior sobre un sector más amplio del espinal (Lewis et al., 2006), se registró mayor diversidad, correspondiente a especies arbóreas y arbustivas tales como *Grabowskia duplicata*, *Tessaria dodonefolia*, *Acacia caven*, *Prosopis alba*, *Schinus longifolia*, *Sapium haematospermum* y otras.

Dada la importancia que poseen estas ecorregiones en función del mantenimiento de la biodiversidad, de los servicios ambientales que ofrecen y acorde con la implementación de la Ley Nacional de Bosques Nativos 26.331, se propuso como objetivo determinar la superficie de las masas arbóreas remanentes y las principales especies que las componen, en las ecorregiones del Delta e Islas del Paraná, Pampeana y Espinal en la provincia de Santa Fe, con la intención última de contribuir a la zonificación propuesta por dicha ley.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de trabajo estuvo limitada por la ruta nacional N° 11, hacia el norte por el límite provincial y hacia el este por el río Paraná. El sector sur, a partir de la ruta nacional N° 19 hasta los límites provinciales al oeste y el sur. Las coordenadas de los límites extremos del área de trabajo (Figura 1) son: Límite norte: 28° 00' 00'' S; Límite sur: 34° 24' 00'' S; Límite este: 58° 52' 24,34'' W; Límite oeste: 62° 54' 26,48'' W.



**Figura 1.** Área de trabajo limitada por la ruta nacional N° 11 y el límite provincial hacia el norte; por el río Paraná hacia el este; por la ruta nacional N° 19 y el límite provincial hacia el oeste y el sur.

Para el relevamiento de la superficie ocupada por masas arbóreas en la totalidad del área de trabajo se procesó un mosaico conformado por un total de 10 imágenes Landsat 5, sensor

Thematic Mapper (30 metros de resolución espacial), captadas en febrero y marzo de 2008, que fueron provistas por la Comisión Nacional de Actividades Espaciales (CONAE) de Argentina. La superficie total relevada fue de 6.304.156,7 ha. El ajuste geométrico de las imágenes utilizadas consistió en su georreferenciación a coordenadas conocidas de terreno. Se procuró que los puntos de control seleccionados estuvieran distribuidos homogéneamente en toda la extensión de las imágenes. Se tomaron unos 25 puntos para cada una de ellas, cantidad que se encuentra en los estándares recomendados para las características del área de estudio y de la escala de las imágenes utilizadas (Chuvieco, 2002). La transformación se basó en ecuaciones lineales simples. El RMS (error medio cuadrático) más elevado registrado en la corrección geométrica fue de 0,19 píxel. El método aplicado para el remuestreo de las imágenes fue el del vecino más próximo (*nearest-neighbor*) para lograr la menor modificación en los números digitales de los píxeles de salida. La calibración radiométrica de las imágenes utilizadas consistió en la transformación de los niveles digitales (*ND*) de cada píxel a valores de radiancia (*R*) mediante la fórmula:

$$R_n = ND_n \times Gain_n + Bias_n$$

Donde *Gain* es el factor de ganancia y *Bias* es el factor de sesgo (offset) específicos para cada banda espectral (*n*), que se obtienen de las tablas de calibración publicadas (Chander *et al.*, 2009). Posteriormente se procedió a la aplicación de un método de clasificación mixto (Serra *et al.*, 2003), que combina una clasificación no supervisada mediante el algoritmo ISODATA (Interactive Self Organizing Data Analysis) (Duda y Hart, 1973) y áreas de entrenamiento típicas de los sistemas de clasificación supervisados.

En total se tomaron 39 muestras georreferenciadas en el terreno a efectos de corroborar la exactitud geométrica y la exactitud temática de las clases establecidas por el algoritmo mixto utilizado, así como para la realización de censos en las clases de interés. Se evaluaron distintas cantidades de clases por imagen a establecer en el algoritmo ISODATA, a partir de cotejar las matrices de confusión y los estadísticos de Fiabilidad Global e Índice de Kappa, respecto de las áreas de entrenamiento. Luego de esta corroboración, las clases fueron reasignadas a efectos de realizar la valoración de superficie cubierta con masas arbóreas versus otros tipos de cobertura, como cultivos, cursos y cuerpos de agua, pasturas, áreas urbanas, etc. Para cada censo de la vegetación arbórea se confeccionaron listas florísticas.

### 3. RESULTADOS

La evaluación preliminar de las cantidades de clases a establecer en el algoritmo ISODATA indicó que la mejor precisión se obtenía con un total de 15 clases. En la Tabla 1 (pag. siguiente) se muestra la matriz de confusión conjunta surgida a partir de la evaluación de la mejor clasificación lograda con la información relevada en el terreno. La Fiabilidad Global alcanzó el 87,9 %. La Fiabilidad Real para un intervalo de confianza del 95 % se situó en el rango que va de 87,5 a 88,3 %. El Índice de Kappa fue de 0,87.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de superficie de las clases agrupadas según los tipos de coberturas principales. La Figura 2 muestra la cartografía de áreas boscosas generada para el total del área de trabajo, y las Figuras 3 y 4 suman a lo anterior la cartografía de cursos y cuerpos de agua, detallando el sector norte y el sector sur del área de trabajo, respectivamente.

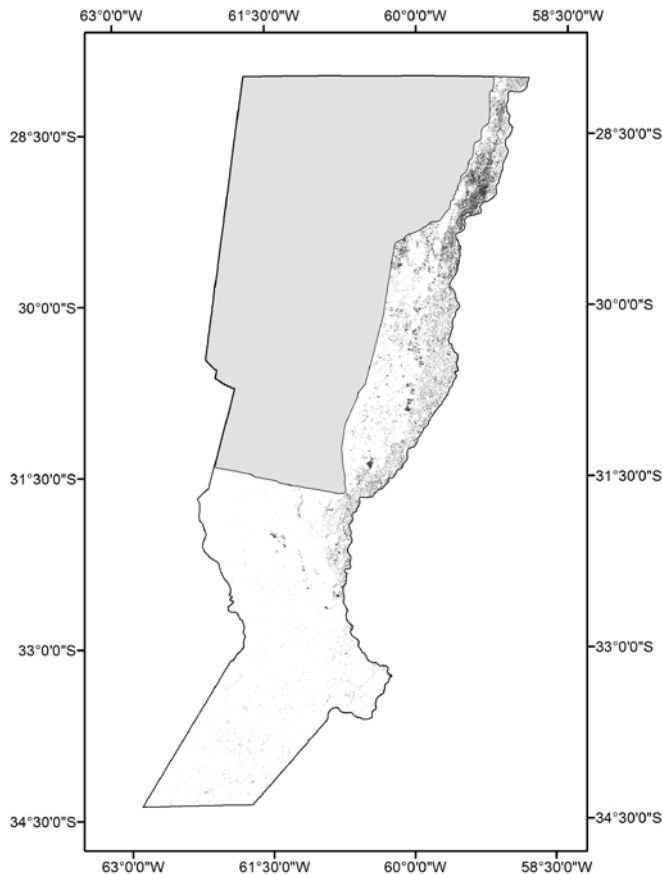
Tabla 1. Matriz de confusión de la clasificación realizada con ISODATA (15 clases).

	Arb. 1	Arb. 2	Arb. 3	Arb. 4	Arb. 5	Arb. 6	Arb. 7	Cult. 1	Cult. 2	Agua	Pasturas	Pastizales 1	Pastizales 2	Área urbana	Suelo desnudo	Total	Ustuario	Errores de comisión
Arborea 1	1701	43	140	42	19	33	39	7	3	3	5	5	3	3		2040	0.834	0.166
Arborea 2	53	1802	121	22	33	30	29	6	7	2	5	2	5	2	2	2114	0.852	0.148
Arborea 3	30	35	1666	38	25	19	18	4	22	7	7	4	22	7		1864	0.894	0.106
Arborea 4	38	41	89	2014	42	41	41	4	8	3	4	6	6	3	2	2333	0.863	0.137
Arborea 5	26	28	59	81	1795	29	21	2	3	1	7	3	3	1	9	2061	0.871	0.129
Arborea 6	69	101	18	61	28	1832	39	9	12	8	10	7	12	8		2194	0.835	0.165
Arborea 7	36	50	32	21	41	49	1721	2	3	2	3	3	3	2		1957	0.879	0.121
Cultivos 1	14	6	5	8	2	9	5	1778	199	2	16	2	2			2044	0.870	0.130
Cultivos 2	9	10	5	3	6	2	179	1896	2	2	14	2	2	9		2135	0.888	0.112
Agua	3								4913	4	2	24	1			4947	0.993	0.007
Pasturas	11	17	17	2	9	2	9	5	16	7	3455	237	102	2	3	3866	0.894	0.106
Pastizales 1	6	4	2	2	7	10	11	5	2	229	1766	98				2140	0.825	0.175
Pastizales 2	5	9	4	4	4	11	3	2	17	101	132	1742	13			2043	0.853	0.147
Área urbana	3	1	4						4	4	23	19	1789	298		2141	0.836	0.164
Suelo des.	4				8	9	4	2	12	19	341	2241				2640	0.849	0.151
<b>Total</b>	1995	2130	2169	2296	2008	2070	1939	2010	2138	4942	3848	2201	2044	2157	2572	<b>36519</b>		
<b>Productor</b>	0.853	0.846	0.768	0.877	0.894	0.885	0.888	0.885	0.887	0.994	0.898	0.802	0.852	0.829	0.871		<b>0.879</b>	
<b>Errores de omisión</b>	0.147	0.154	0.232	0.123	0.106	0.115	0.112	0.115	0.113	0.006	0.102	0.198	0.148	0.171	0.129			

**Tabla 2.** Superficie total en estudio, superficie cubierta por agua y superficie cubierta por bosques (total y discriminada por sectores).

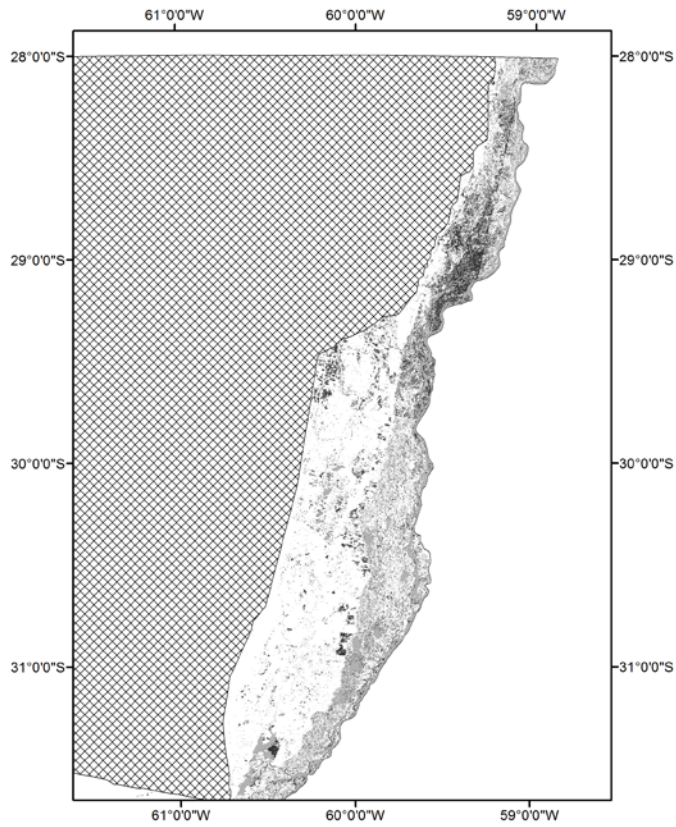
<b>Coberturas</b>	<b>Hectáreas</b>
Superficie del área de estudio	6.304.156,7
Superficie cubierta por agua	92.222,64
Superficie cubierta por masa arbórea	361.195,0
Sector Norte: entre la RN 11, Santo Tomé (al norte) y el río Paraná	314.079,1
Sector Centro-Sur: entre la RN 11, desde la ciudad de Santo Tomé hasta la ciudad de Rosario y el Río Paraná	24.788,3
Sector Sur: al sur de la RN 19 y al oeste de la RN 11	22.327,6

Los censos realizados a campo permitieron clasificar los siguientes tipos de bosques: alisales de *Tessaria integrifolia*, sauzales de *Salix humboldtiana*, bosque insular, bosque mixto, sabanas arbóreas con predominancia de *Acacia caven*, y sabanas arbustivas. Del total relevado, 361.195 ha corresponden a comunidades boscosas que se encuentran en distintas condiciones de conservación, acorde a la geomorfología y degradadas por el manejo (Figura 2). La distribución de estos bosques no es homogénea. La superficie ocupada y la diversidad específica disminuyen, siguiendo un gradiente N-S en correspondencia con la densidad poblacional, accesibilidad y explotación agropecuaria tradicional. Los parches del sector sur se asemejan a sabanas arboladas compuestas por *Acacia caven* con presencia de *Parkinsonia aculeata*, *Sapium haematospermum*, *Schinus molle* y especies exóticas como *Gleditsia triacanthos*, *Acer negundo* y *Fraxinus sp.*, que han sido reportadas por Franceschi y Bocanelli (2013) como especies invasoras en la pampa húmeda. Estos parches totalizan unas 22.327,6 ha, en las cuales no se discriminan bosques implantados, cuya superficie es muy escasa, y corresponden mayormente a los bosques de la empresa Celulosa Argentina en la localidad de Capitán Bermúdez (Figura 4).

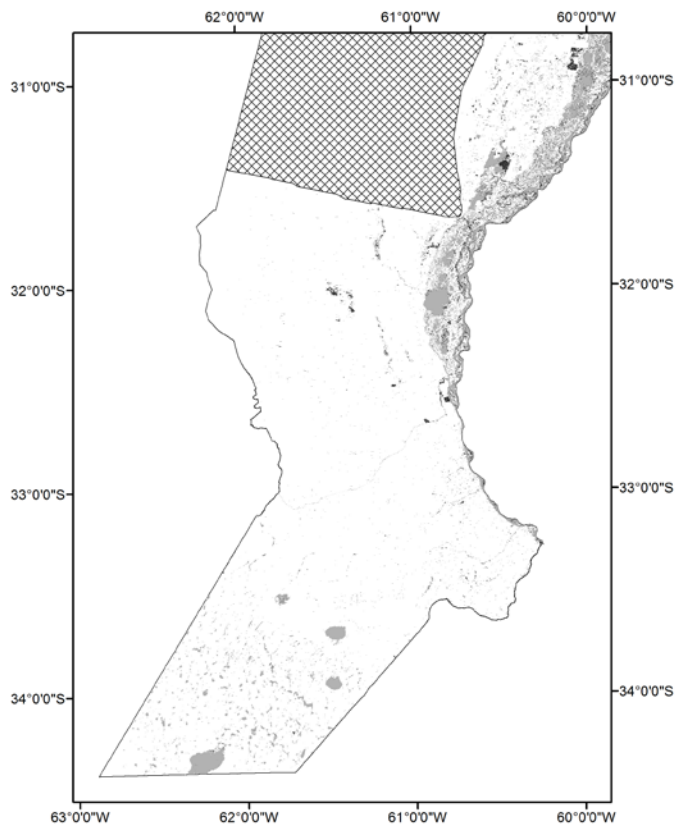


**Figura 2.** Distribución espacial de comunidades leñosas (en gris oscuro) y cuerpos de agua (en negro) en el área de trabajo en la provincia de Santa Fe.



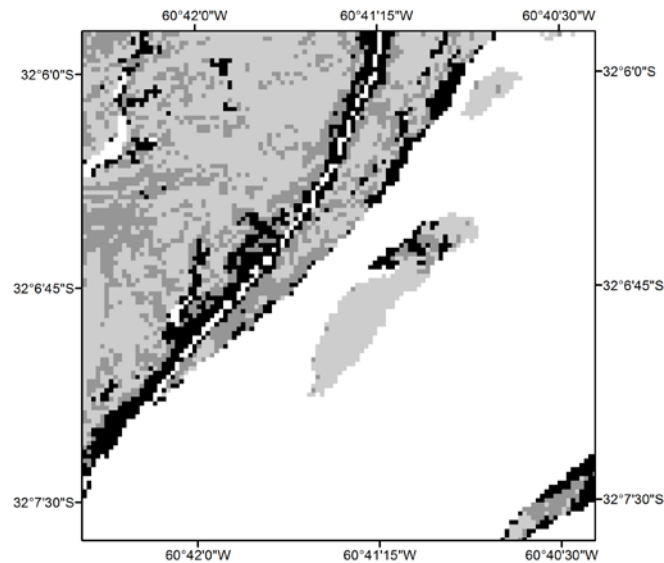


**Figura 3.** Distribución espacial de comunidades leñosas (en gris oscuro) y cuerpos de agua (en gris claro) en la porción norte del área de trabajo.



**Figura 4.** Distribución espacial de comunidades leñosas (en gris oscuro) y cuerpos de agua (en gris oscuro) en la porción sur del área de trabajo.

En los bosques del delta e islas del Paraná se observó un patrón típico de distribución de los bosques que se sitúan sobre albardones y bancos de cauces, rodeando a las planicies inundables (Figura 5), tal como los describiera Franceschi *et al.* (1985), generalmente de alisos, (*Tessaria integrifolia*), si son las primeras etapas sucesionales del bosque, y en otros casos, de sauces (*Salix humboldtiana*), quizá en estado sucesional más avanzado. En algunos sitios se encuentran franjas de ambas especies (Figuras 6), que se suceden secuencialmente desde el exterior hacia el interior de las islas. Además de la posible relación con la sucesión vegetal, la zonación de las comunidades se manifiesta como un reflejo de gradientes hídricos y granulométricos del sustrato, los que están correlacionados positivamente con la deposición de sedimentos (Franceschi *et al.*, 1985). Tanto los alisales como sauzales generalmente aparecen como poblaciones puras.



**Figura 5.** Detalle de la Isla El Rico, cercana a la localidad de Diamante, Entre Ríos, donde se observan las asociaciones espaciales entre alisales (negro), en los bordes de los albardones, y sauzales o bosques mixtos (gris claro).

Los bosques insulares, más abundantes y diversos en el norte y centro sur de la provincia, presentan las siguientes especies: *Nectandra falcifolia*, *Albizia inundata*, *Sapium haematospermum*, *Inga uruguensis*, *Erythrina crista-galli*, *Handroanthus heptaphyllus*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Rapanea laetevirens*, *Myrsine laetevirens*, *Croton urucurana* y *Butia yatay*, que aparece descrita por Martínez Crovetto y Piccinini (1951) como parte de núcleos de comunidades puras y raramente como individuos dispersos en el bosque (Figura 7). Estos bosques suelen tener hasta 200 metros de ancho y se encuentran mayormente en el Departamento General Obligado. El bosque mixto es aquél que, además de las especies del bosque insular, posee especies del Dominio Chaqueño, como *Prosopis sp.*, *Schinus fasciculatus*, *Cactáceas* y otras. Existen porciones de bosque mixto de una altura promedio aproximada de 15 a 18 metros.

En otros sitios, como en el Departamento San Javier, donde las formaciones boscosas se asemejan más al tipo de bosque mixto, si bien éstas son diversas, con la presencia de especies como timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), sangre de drago (*Croton urucurana*), laurel (*Nectandra falcifolia*), ceibo (*Erythrina crista-galli*) y curupí (*Sapium haematospermum*), el estado es de bosque raleado, muy deteriorado, debido a la proximidad de asentamientos familiares, que poseen ganado como sustento (Figura 8).

Las sabanas arbóreas tienen un claro predominio de *Acacia caven* y están acompañadas por *Sesbania virgata* y *Mimosa pigra* y se encuentran en sitios sobrepastoreados y frecuentemente sobre suelo desnudo (Figura 9). En los arbustales aparecen estas dos últimas especies, más

*Baccharis salicifolia* e *Hibiscus cisplatinus*. También la presencia de *Baccharis salicifolia* se manifiesta notablemente donde los bosques artificiales han sido talados, ya que suele formar un estrato denso (Lewis et al. 1985a).



**Figura 6.** Renoval de *Tessaria integrifolia* contra la costa del río; más allá, bosque maduro de *Salix humboldtiana*.



**Figura 7.** Bosque mixto o bosque insular, con diversidad de especies.



**Figura 8.** Área que poseía bosque mixto, completamente degradada por la sobrecarga ganadera.



**Figura 9.** Planicie con sabanas arbustivas.

#### 4. CONCLUSIONES

La superficie total de bosques relevados fue de 361.195 ha, dato que hasta la realización de este estudio no existía y que permitirá colaborar en la sistematización y aplicación de la Ley de Bosques N° 26.331.

Como se muestra en la Tabla 2, la mayor proporción de masa arbórea nativa del sector estudiado está en una franja estrecha que se extiende entre la ruta N° 11 y el Río Paraná y hasta la altura de la ruta N° 19 al sur. A su vez, el sector norte es el que muestra mayor superficie cubierta por especies leñosas, con respecto al sector centro-sur y sur. Esta relación se corresponde con la mayor cercanía, en el centro y sur, a grandes urbanizaciones y centros poblados, que se valen del bosque para diferentes fines, además de la menor proporción de islas dentro de la jurisdicción de la provincia de Santa Fe.

Al sur de la ruta N° 19 existen pequeñas superficies correspondientes a especies nativas, que se distribuyen siguiendo los bordes de arroyos y ríos de menor cauce y formando núcleos que se

corresponden con antiguas taperas. En los departamentos San Lorenzo y San Javier existen plantaciones correspondientes a empresas papeleras, como se mencionó antes, que no resultan significativas en relación al total.

En el trayecto fluvial relevado en este trabajo, en general el número de especies relevadas, que hace a un aspecto de la diversidad, va decreciendo en función de un gradiente N-S, pero, además, este aspecto se acentúa debido a la explotación intensiva de las islas, al ingresar cientos de miles de cabezas de ganado, que fueron desplazadas desde el norte de la provincia de Santa Fe, a partir de 2001, con el avance de la frontera agrícola. (Carnevale *et al.*, 2007).

Esta situación llega al extremo de sobrepastoreo en los departamentos San Javier y Garay, donde los pobladores mantienen y crían cabras, ovejas y caballos. Como resultado del impacto causado por este manejo y por eventos catastróficos tales como crecidas extremas, se observa un suelo completamente desprovisto de toda cubierta vegetal (Combín *et al.*, 2010).

En base a la comprobación de una disminución significativa de la lista florística y sobreexplotación del área muestreada, observaciones que surgen de los relevamientos realizados, se pone de manifiesto la urgencia de llevar a la práctica las recomendaciones de manejo que surjan de la implementación de la Ley 26.631, a fin de preservar los bosques nativos remanentes, que aún representan el mayor reservorio de servicios ambientales en nuestra provincia, y que son provistos por este gran humedal, formado por el Valle de Inundación e Islas del Río Paraná.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Administración de Parques Nacionales. (APN). 2007 *Las áreas protegidas de la Argentina. Herramienta superior para la conservación de nuestro patrimonio natural y cultural*. Administración de parques nacionales. Fundación vida silvestre argentina. 83 p.
- Arturi, M. 2005. Situación ambiental en la Ecorregión Espinal. *En: Situación Ambiental Argentina 2005*. A. Brown; U. Martínez Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera Editores. Fundación Vida Silvestre. 586 p.
- Bo, R. F. 2005. Situación ambiental en la Ecorregión Delta e Islas del Paraná. *En: La situación ambiental Argentina 2005*. A. Brown; U. Martínez Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera Editores. Fundación Vida Silvestre. 586 p.
- Brown, A. D. y S. Pacheco. 2006. Propuesta de actualización del mapa ecorregional de la Argentina. *En: La situación ambiental Argentina 2005*. A. Brown; U. Martínez Ortiz; M. Acerbi y J. Corcuera Editores. Fundación Vida Silvestre. 586 p.
- Burkart A. 1957. Ojeada sinóptica sobre la vegetación del Delta del Río Paraná. *Darwiniana* 11 (3): 457-561
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería*. Segunda Edición. Tomo I. Ed ACME. Buenos Aires. 85 p.
- Carnevale N.J.; P.S. Torres; S.I. Boccanelli and J.P. Lewis. 1987. "Halophilous communities and species distribution along environmental gradients in southeastern Santa Fe province", Argentina. *COENOSES*. Italia. 2 (2): 49-60.
- Carnevale N. J. ; C. Alzugaray y N. Di Leo. 2007. Estudio de la deforestación en la Cuña Boscosa santafesina mediante teledetección espacial. *Quebracho* 14: 47-56.
- Carnevale, N. J; C. Alzugaray, y N. Di Leo. 2009. Evolución de la deforestación en la Cuña Boscosa santafesina *En: Morello, Jorge H. y Andrea F. Rodríguez (editores). El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro*. INTA-UNESCO-GEPAMA. 402 p.
- Casco, S. L. y J. J. Neiff. 2006. ¿Cómo se distribuyen las raíces en los bosques inundables de *Salix humboldtiana* y *Tessaria integrifolia* del bajo Paraná?. *Interciencia* 31(8): 605- 610.

- Combin, D.; C. Schmidt y M. L. Visintini. 2010. La vulnerabilidad económico - productiva en el departamento Garay - Santa Fe: El caso de la ganadería de islas. *Rev. Univ. Geogr.* Vol. 19
- Chander, G.; B. Markham y D. Helder. 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+ and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment* 113, 893-903.
- Chuvieco, E. 2002. *Teledetección ambiental: La observación de la Tierra desde el Espacio*. Editorial Ariel, Barcelona, 586 p.
- Duda, R. D. y P. E. Hart. 1973. *Pattern Classification and Scene Analysis*. John Wiley & Sons. New York.
- FAO. 2012. *El estado de los bosques del mundo*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Roma. 50 p.
- Franceschi, E.; D. E. Prado y J. P. Lewis. 1985. *Comunidades vegetales y mapa de la vegetación. Reserva El Rico e islas aledañas. Provincia de Santa Fe. República Argentina*. Servicio de Publicaciones. U.N.R. 40 p.
- Franceschi, E. A y C. Alzugaray. 2001. La vegetación de la Reserva Wildermuth (Santa Fe, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 36(1-2): 111-124.
- Franceschi, E. A., P. S. Torres y J. P. Lewis. 2005. Recovery and stability of Paraná river floodplain grasslands twenty years after a catastrophic flood. *Community Ecology* 6(2): 209-217.
- Franceschi, E. A. y S. Bocanelli. 2013. Análisis florístico-estructural de los núcleos boscosos espontáneos del parque J. F. Villarino (Zavalla, Santa Fe, Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 48(2): 301-314.
- Franceschi, E. A y J. P. Lewis. 1979. Notas sobre la vegetación del valle santafesino del río Paraná. *Ecosur* 6:55-82.
- Franceschi, E. A., P. S. Torres y J. P. Lewis. 2010. Diversidad de la vegetación durante su recuperación tras una creciente extraordinaria del Río Paraná Medio Argentina. *Rev. Biol. Trop.* (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 58(2): 707-716.
- Iriondo, M. 1987. Geomorfología y Cuaternario de la provincia de Santa Fe. *D'Orbignyana*, 4: 1-54. Corrientes.
- Lewis J. P.; S. L. Stofella; D. E. Prado; N. J. Carnevale; E. F. Pire y S. I. Boccanelli. 1985a. Pajonales y comunidades misceláneas del sureste de Santa Fe (Argentina). *Studia Oecologica*. España. VI: 91-103.
- Lewis J. P.; N. J. Carnevale; E. F. Pire; S. I. Boccanelli; S. L. Stofella y D. E. Prado. 1985b. Las comunidades halófilas del sureste de Santa Fe (Argentina)". *Studia Oecologica*. España. VI: 57-73.
- Lewis J. P.; S. I. Boccanelli; N. J. Carnevale; E. F. Pire; S. L. Stofella y D. E. Prado. 1985c. Las comunidades higrófilas del sureste de Santa Fe (Argentina). *Studia Oecologica*. España. VI: 75-90.
- Lewis, J. P.; E. F. Pire; I. M. Barberis y D. E. Prado. 2006. Los bosques del espinal periestépico en las proximidades de la localidad de Coronda, provincia de Santa Fe. Argentina. *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNR)*. 6: 13-26.
- Lewis J. P y Collantes, M B. 1973. El espinal periestépico. *Ciencia e Investigacion* 29(11-12): 360-377.
- Mateucci, S. 2012. Ecorregión Delta e Islas de los ríos Paraná y Uruguay. En: *Ecorregiones y complejos ecosistemas argentinos*. Eds. FADU; GEPAMA. 719 p.
- Martínez Crovetto, R y B. G. Piccinini. 1951. *Los palmares de Butia yatay*. Ministerio de Agricultura y Ganadería, 94 p.
- Morello, J. 1949. *Las comunidades vegetales de las islas cercanas al Puerto de Rosario*. Tesis del Museo de La Plata. Nº 133.

- Pasotti, P. y C. A. Canoba. 1979. *Estudio de la llanura pampeana con imágenes Landsat*. Publicaciones LXIII. Instituto de Fisiografía y Geología. Facultad de Ciencias Exactas e Ingeniería. Universidad Nacional de Rosario. 22 p.
- Pengue, W. A. Los procesos productivos. *En: Morello, Jorge H. y Andrea F. Rodríguez (editores). 2009. El Chaco sin bosques: la Pampa o el desierto del futuro*. INTA-UNESCO-GEPAMA. 402 p.
- Secretaría de Ambiente y desarrollo sustentable. 2004. *Primer Inventario Nacional de Bosques natives. Informe Regional Espinal*. 77 p.
- Serra, P., X. Pons y D. Sauri 2003. Post-classification change detection with data from different sensors: some accuracy considerations. *International Journal of Remote Sensing* 24: 3311-3340.

