

## ESTRUCTURA Y DIVERSIDAD DE DOS FRAGMENTOS DEL BOSQUE DE ESPINAL EN CÓRDOBA, UN ECOSISTEMA AMENAZADO

IMANUEL NOY-MEIR<sup>1</sup>, MERCEDES MASCÓ<sup>2</sup>, MELISA A. GIORGIS<sup>3</sup>, DIEGO E. GURVICH<sup>3</sup>,  
DIANA PERAZZOLO<sup>2</sup> y GUSTAVO RUIZ<sup>2,4</sup>

**Summary:** Structure and diversity of two woodland fragments of Espinal in Córdoba, a threatened ecosystem. At the beginning of XX century, Córdoba had extensive woodland areas. At present, due to massive deforestation and agriculture expansions, it has one of the highest rates of global deforestation, leaving only small fragments of Espinal woodland. This problem led to the investigation of structure, floristic composition and diversity of two woodland fragments of Espinal present at the Catholic University of Córdoba. We measured woodland structure over the entire surface of the fragments in squares of 20 × 20 m. In each fragment we performed complete floristic surveys in 10 randomly selected squares. Of all the trees, there were 45% of *Prosopis* spp., 17% of *Celtis ehrenbergiana*, 15% of *Acacia* spp., 14% of *Geoffraea decorticans*, 7% of others natives and 2% of alien species. The average richness per square was 74.9 species, being higher in the periphery than in the centre of the fragment, and different between both fragments. There were differences in the floristic composition among the periphery and the centre fragments and among the two fragments. Our results provided valuable information for the management and restoration of one of the most threatened ecosystem in Argentina.

**Key words:** Alien species, botanical garden, conservation, floristic composition, remaining woodland, richness, tree cover.

**Resumen:** A principios del siglo XX, Córdoba contaba con extensas superficies boscosas. Hoy, debido al desmonte masivo y a la expansión agrícola, ostenta una de las mayores tasas de deforestación mundial, quedando sólo pequeños fragmentos de bosque del Espinal. Esta problemática motivó la investigación de la estructura, composición florística y diversidad de dos fragmentos de bosque de Espinal existentes en la Universidad Católica de Córdoba. Se midió la estructura arbórea a lo largo de toda la superficie de los fragmentos en cuadrados de 20 × 20 m. En cada fragmento se realizaron relevamientos florísticos completos en 10 de los cuadrados seleccionados al azar. Del total de árboles, se registró 45% de *Prosopis* spp., 17% de *Celtis ehrenbergiana*, 15% de *Acacia* spp., 14% de *Geoffraea decorticans*, 7% de otras nativas y 2% de exóticas. La riqueza promedio por cuadrado fue de 74,9 especies, siendo mayor en la periferia que en el centro del fragmento, y diferente entre los dos fragmentos. Se encontraron diferencias en la composición florística entre el sector periférico y central de los fragmentos y entre los dos fragmentos. Estos resultados proveen información útil para el manejo y restauración uno de los ecosistemas más amenazados de Argentina.

**Palabras clave:** Bosque remanente, cobertura arbórea, composición florística, conservación, especies exóticas, jardín botánico, riqueza.

---

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, de Nutrición y del Ambiente, Universidad Hebrea de Jerusalén, Rehovot, Israel.

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Católica de Córdoba, Córdoba, Argentina. E-mail: mercedesmasco@arnet.com.ar

<sup>3</sup> Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal, CONICET- FCEFyN, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

<sup>4</sup> Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba.

## INTRODUCCIÓN

La formación vegetal del Espinal se extiende en el centro de Argentina como un gran arco entre el Bosque Chaqueño y el Pastizal Pampeano, en las provincias de Entre Ríos, Santa Fe, Córdoba, San Luis, La Pampa y Buenos Aires. Fue reconocida como una provincia fitogeográfica por Cabrera (1953, 1971, 1976) y Luti *et al.*, (1979); posteriormente fue considerada una de las eco-regiones de la Argentina con un área total de casi 30 millones de hectáreas (Burkart *et al.*, 1999). Además es considerada un ecotono entre el Bosque Chaqueño y el Pastizal Pampeano, donde desaparecen muchas de las especies leñosas chaqueñas y se enriquece el estrato herbáceo con especies pampeanas (Lewis & Collantes, 1973). Antiguamente, hasta pasada la mitad del siglo XIX (Hutchinson, 1866), casi toda esta llanura estaba cubierta por bosques y sabanas con una densidad variable de árboles grandes, sobre todo del género *Prosopis*. Dentro del Espinal, los bosques dominados por *Prosopis alba* Griseb. (Algarrobo blanco) que ocupaban la franja central de las provincias de Santa Fe y Córdoba (casi un tercio del territorio de esta última), fueron clasificados como el Distrito del Algarrobo por Cabrera (1971).

El desmonte masivo y la expansión agrícola en el Espinal han uniformado su fisonomía y paisaje con los de la eco-región pampeana. Este proceso se inició ya en la segunda mitad del siglo XIX y prosiguió durante el siglo XX, pero se aceleró marcadamente hacia el fin de este siglo (Brown *et al.*, 2006; Clausen *et al.*, 2008) con pérdidas de biodiversidad y de recursos genéticos nativos. En las primeras décadas del desarrollo agropecuario en el Espinal, la mayoría de los productores desmontaron y cultivaron solamente una parte de su propiedad y mantuvieron otra parte como “monte” para uso ganadero y de leña (Noy-Meir, 2006); sin embargo, en los últimos años se aceleró el desmonte de estos bosques residuales para uso agrícola. En la provincia de Córdoba, estos procesos han reducido la superficie de bosques del Espinal a sólo el 0.1 % de su superficie original (Zak, 2008), quedando así remanentes que se distribuyen en numerosos fragmentos o relictos, en su mayoría muy pequeños aislados en un paisaje agrícola (Lewis & Collantes, 1973; Lewis *et al.*, 2004, 2005, 2006; Zak & Cabido, 2004; Verzino & Joseau, 2005; Zak, 2008). En la actualidad, a excepción de aproximadamente 5.000

ha de los campos del Tercer Cuerpo del Ejército ubicados en las afueras de la ciudad de Córdoba y recientemente declarados Espacio Natural de Interés para la conservación (ENIC), no existen en la provincia de Córdoba áreas protegidas nacionales o provinciales que conserven este ecosistema, de manera que la mayoría de los relictos de bosque pertenecen a emprendimientos agropecuarios y están altamente modificados por tala selectiva, uso ganadero e invasión por especies exóticas (Lewis *et al.*, 2009).

Por todo lo mencionado resulta importante conocer y conservar el máximo posible de los fragmentos remanentes, sobre todo aquellos que son relativamente grandes o que tienen un bosque en buen estado de desarrollo. En comparación con otras comunidades vegetales de Córdoba, existen muy pocos estudios detallados en el Espinal a nivel de sitio o comunidad (Lewis *et al.*, 2009). Una descripción florística se encuentra en Luti *et al.* (1979), con algunas indicaciones de la variación geográfica en la composición de la misma. Ésta ha sido sistematizada por Lewis & Collantes (1973) que reconocieron seis distritos en el Espinal de Córdoba. De ellos el Distrito Cordobense, ubicado en el noroeste de la franja de Espinal, se caracteriza por la dominancia de varias especies de algarrobos y la frecuencia de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schldtl. En esta zona se encuentra una transición gradual entre el Espinal de algarrobo y el Bosque Chaqueño oriental al norte, por un lado, y una transición bastante abrupta al pie de las Sierras entre el Espinal y el Bosque Serrano al oeste de la misma.

En febrero de 2006, dos fragmentos de bosque de algarrobo de 1,20 y 1,42 ha (Distrito Cordobense) del campus de la Universidad Católica de Córdoba, fueron declarados parte del Jardín Botánico Gaspar Xuárez (Perazzolo *et al.*, 2006), con la intención de aportar a la conservación *in situ* de la biodiversidad de la flora nativa. En primera instancia se inició un estudio de la estructura, composición florística y diversidad de los dos relictos de bosque. En este trabajo presentamos y analizamos los resultados de este estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Descripción del sitio*

Los dos fragmentos estudiados (denominados

Monte Este y Monte Oeste) se encuentran en el centro de dos potreros de 4 ha cada uno, en el predio de la Universidad Católica de Córdoba (UCC), ubicado en la periferia sudoeste de la zona urbana de la ciudad de Córdoba (latitud 31° 29' S, longitud 64° 14' W, altitud 480 m s.n.m.) (Fig. 1). La topografía es llana y el suelo es haplustol (castaño). El predio donde se ubican los potreros, es parte de los campos experimentales de la Universidad Católica de Córdoba desde aproximadamente el año 1960. Imágenes LANDSAT de 1975 indican la existencia de fragmentos de bosques mayores a los actuales. A partir de 1977, se removieron mecánicamente la mayoría de las plantas leñosas en los potreros destinados a la cría de ganado bovino, pero se conservaron los algarrobos grandes y los dos fragmentos estudiados, aparentemente para proveer sombra a los animales (Melo O., Belbruno A., comunicación personal). En una foto aérea de 1995 ya se distinguen los dos relictos estudiados, aislados en los centros de potreros desmontados y dedicados a la ganadería. También es importante destacar que las partes no cubiertas por monte fueron sembradas

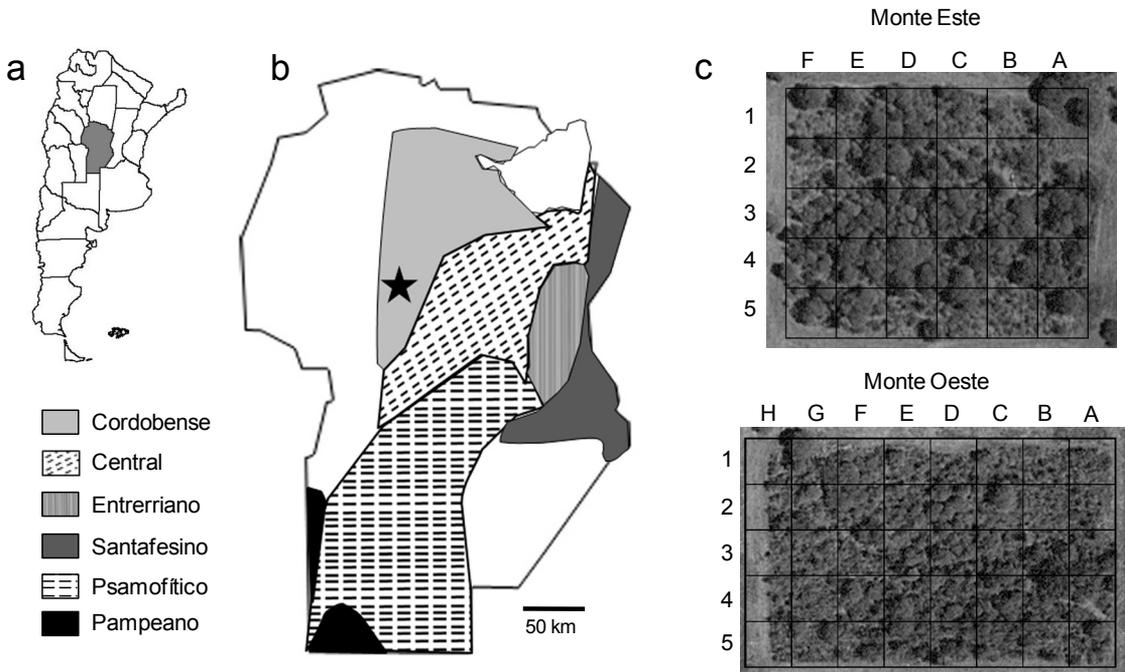
con forrajes hasta el año 2005. A partir de febrero 2006 se dejó de cultivar y de sembrar forrajes, pero continúa el uso ganadero moderado.

En febrero de 2006 se marcaron con estacas y se midieron los contornos de los dos fragmentos de monte, Monte Este de 120 por 100 m (=1,20 hectáreas) y Monte Oeste de 150 por 95 m (=1,42 hectáreas). En abril 2006 se utilizó una foto aérea en color de todo el predio de la UCC, de donde se escaneó el área de los dos fragmentos (Fig. 1c).

*Metodología de censo*

En enero de 2006 se diseñó una grilla de cuadrados de 20 × 20 m que cubre completamente cada uno de los dos fragmentos de monte, sin dejar espacio entre ellos. Las esquinas de los cuadrados se marcaron en el terreno con estacas en el perímetro y con cintas de color en el interior. En total se definieron 30 cuadrados en el Monte Este y 40 en el Monte Oeste. Algunos de los cuadrados de la periferia incluyeron franjas angostas del campo abierto fuera del bosque (Fig. 1c).

Inventario de árboles. En febrero-marzo 2006 se



**Fig. 1.** Ubicación del área de estudio. a) Localización de la provincia de Córdoba en Argentina, b) mapa de la región fitogeográfica del Espinal en la provincia de Córdoba, mostrando las distintos distritos (modificado de Lewis & Collantes 1973), c) Fotografías aéreas de los dos fragmentos del monte estudiados indicando el diseño de cuadrados de 20 × 20 m.

censaron todos los árboles con altura igual o mayor a 4 m en los 70 cuadrados (un área total de 2,62 ha). En cada cuadrado se registró la especie y se midió el diámetro y la altura de la copa.

**Composición florística.** En febrero 2006 se realizó un primer censo florístico completo en una muestra seleccionada al azar de 10 cuadrados en cada fragmento (un área total de 0,8 ha), en este caso no se tuvo en cuenta la columna H del Monte Oeste por encontrarse muy al borde (Fig. 1c). Se registraron todas las especies leñosas y herbáceas. Se tomaron muestras de plantas para su identificación. A fines de diciembre 2006 se repitió el censo florístico en los mismos 20 cuadrados que se censaron en febrero del mismo año, con la finalidad de captar las variaciones en composición florísticas debidas a la estacionalidad.

#### *Análisis estadístico*

Para la nomenclatura botánica se utilizó la versión actualizada online del Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur (Zuloaga *et al.*, 2008, www.darwin.edu.ar). No se diferenció entre formas arbustivas y arbóreas de *Celtis* spp.; ambas se incluyeron como *Celtis ehrenbergiana* (Klotzsch) Liebm. Además cada una de las especies fue clasificada dentro de las siguientes formas de vida (árboles, arbustos, subarbustos, hierbas anuales, hierbas perennes, cactus, enredaderas, gramíneas anuales y gramíneas perennes) y se dividieron en exóticas y nativas. Se consideraron exóticas a todas las que son citadas como adventicias, introducidas, naturalizadas, o exóticas propiamente dichas en el catálogo de las Plantas Vasculares del Cono Sur (Zuloaga *et al.*, 2008).

Para analizar la estructura arbórea entre los dos fragmentos de bosque y entre los cuadrados interiores y periféricos se realizaron análisis de permutaciones al azar de las distintas variables estimadas (densidad, cobertura y altura total para las principales especies) (Pillar & Orlóci 1996; Pillar, 2004). Este análisis se llevó a cabo a través del programa Multiv 2.63b (Pillar 2004), y se tuvo en cuenta como significativo un valor de  $p \leq 0.05$ . Se consideró como cobertura absoluta a la cobertura promedio por especie por cuadro y como cobertura relativa a la cobertura absoluta por cuadrado dividida por la cobertura promedio arbórea.

Para medidas de diversidad se eligió la riqueza (el número de especies,  $S_0$ ) y sólo para los árboles,

el índice de diversidad  $S_2$  de Hill (1973);  $S_2 = 1/\sum(p_i)^2$ , donde  $p_i$  son las proporciones de las especies en el número de individuos o en la cobertura.

Para analizar la composición florística se acumularon los datos de los relevamientos realizados en diciembre y febrero para cada uno de los cuadrados. Se comparó la riqueza total de especies y para las principales formas de vida entre los dos fragmentos de bosque y entre los cuadrados interiores y periféricos a través de análisis de permutaciones al azar (Pillar & Orlóci 1996; Pillar, 2004). Además se realizó un análisis multivariado del censo florístico a través de un Análisis de Coordenadas Principales con datos de presencia (0/1) de las 174 especies registradas en los 20 cuadrados y distancias tipo Manhattan, con el programa Infostat (Infostat, 2008).

## RESULTADOS

#### *Inventario de árboles*

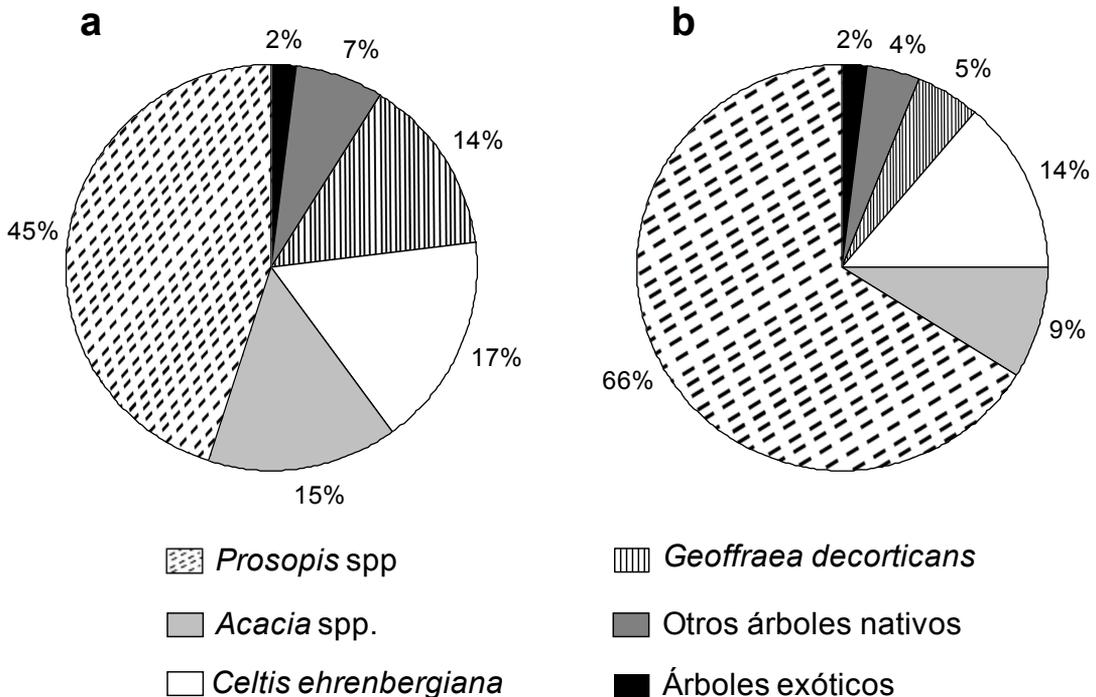
Se registraron 611 árboles mayores a 4 m de altura, que pertenecen a 17 especies, entre ellas 14 nativas y 3 exóticas. La densidad media total de árboles fue 218 individuos por ha. La densidad del género *Prosopis* fue 97 individuos  $ha^{-1}$  (45% de los árboles; casi 90% de ellos *P. alba*, los demás *P. nigra* y *Prosopis* sp. no identificados, posiblemente híbridos entre los *Prosopis* mencionados). Les siguieron en aporte a la densidad del bosque el tala (*Celtis ehrenbergiana*, 38 individuos  $ha^{-1}$ , 17%), el chañar (*Geoffraea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart, 31 individuos  $ha^{-1}$ , 14%) y los espinillos *Acacia atramentaria* Benth., *A. caven* (Molina) Molina, *A. aroma* Gillies ex Hook. & Arn. y *Acacia* sp. (en total 33 individuos  $ha^{-1}$ , 15%) (Fig. 2a, Tabla 1). Las otras especies de árboles nativos (*Aspidosperma quebracho-blanco*, *Jodina rhombifolia* (Hook. & Arn.) Reissek, *Porlieria microphylla* (Baill.) Descole, O'Donnell & Lourteig, *Schinus fasciculatus* (Griseb.) I.M. Johnst., *Manihot grahamii* Hook.), sumaron en junto una densidad de 14 individuos  $ha^{-1}$  (7 %) y los exóticos (*Morus alba* L., *Ulmus* sp., *Melia azedarach* L.) solo a 5 individuos  $ha^{-1}$  (2 %) (Fig. 2a).

La cobertura total media del estrato arbóreo fue de 52,7 %, con una fuerte dominancia de los algarrobos (*Prosopis* spp., 35 % absoluta, 66 %

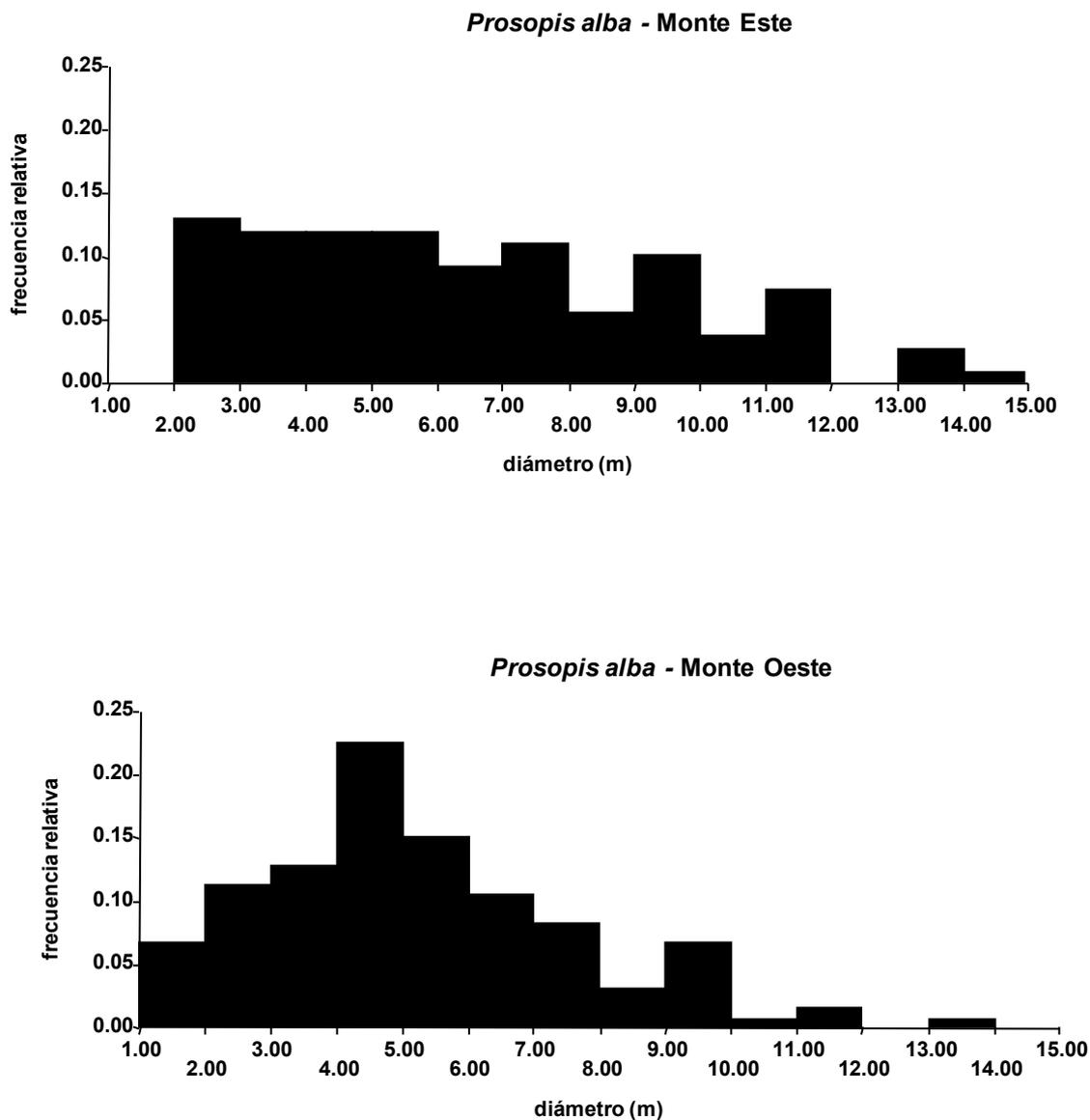
relativa) y aportes menores de *C. ehrenbergiana* (7 % absoluta, 14 % relativa), de *Acacia* spp. (5 % absoluta, 9 % relativa) y *G. decorticans* (3 % absoluta, 5 % relativa) (Fig. 2b). Las cuatro especies mencionadas forman un bosque alto y denso en algunas partes, sobre todo en la parte central del Monte Este. Se registraron 45 árboles con un diámetro de copa mayor a 10 m, la mayoría pertenecientes a *P. alba*. El índice de diversidad  $S_2$  de Hill (1973) para los árboles fue 4,60 calculado por las proporciones de las especies en la densidad total, y 2,49 calculado por las proporciones en la cobertura total. Estos índices se pueden interpretar como el “número efectivo de especies”, para tomar en cuenta la dominancia cuantitativa de algunas especies en la densidad o la cobertura. Los índices de diversidad de árboles fueron algo más altos en el Monte Oeste comparado con el Este, pero la diferencia no fue significativa.

A pesar de no registrarse diferencias en la densidad total de árboles y de *P. alba* entre los dos fragmentos, si se registraron diferencias en la

cobertura de las misma, siendo la cobertura total de árboles y de *P. alba* mayor en el Monte Este (66 y 42 %, respectivamente) que en Monte Oeste (43 y 25 %, respectivamente) (Tabla 1). Esto se puede explicar por la diferencia en la distribución de tamaños de *P. alba* en los dos fragmentos (Fig. 3). En el Monte Este se registró una distribución casi uniforme de diámetros entre 2 m y 11 m, mientras que en el Monte Oeste hubo una distribución aproximadamente normal, con una frecuencia máxima árboles con 4 m diámetro de copa. Para *C. ehrenbergiana*, tanto la densidad como la cobertura fueron significativamente diferentes entre los dos fragmentos, siendo mayores en el Monte Este en comparación con el Monte Oeste (Tabla 1). Para *G. decorticans*, en cambio, la densidad fue mayor en el Monte Oeste (42 ind. x ha) que en el Monte Este (16 ind. x ha), pero la cobertura no fue significativamente diferente entre los dos fragmentos, debido a que en el Monte Este se encontraron algunos individuos de *G. decorticans* muy viejos y grandes. Para las tres especies de *Acacia* la densidad de individuos fue



**Fig. 2.** Composición de la estructura arbórea de individuos de  $\geq 4$  m altura a) Porcentaje relativo del número de árboles para las principales especies y grupos. b) Porcentaje de la cobertura relativa para las principales especies y grupos.



**Fig. 3.** Distribución del diámetro de la copa de árboles de *Prosopis alba*. a) en el Monte Este, b) en el Monte Oeste.

significativamente mayor en el Monte Oeste que en el Este (Tabla 1), siendo sólo para *A. aroma* y *A. caven* la cobertura mayor en el Oeste que en el Este. Teniendo en cuenta la ubicación de los cuadrados, tanto la densidad como cobertura de árboles fue significativamente diferente y mayor en el centro de los cuadrados que en la

periferia (Tabla 1). Este resultado se repitió para la densidad de *C. ehrenbergiana* y de *P. alba* (en esta última especie el resultado fue marginalmente significativo  $p=0,06$ ) y para la cobertura absoluta de *A. aroma* y *P. alba* (Tabla 1). Finalmente, sólo se encontró un efecto significativo y combinado entre el fragmento y la ubicación para *G. decorticans*,

**Tabla 1:** Diferencias en la densidad y cobertura de árboles entre los dos fragmentos (Monte Este y Oeste) y según su ubicación (periferia y centro).

Especie	Densidad (ind. × ha)										Cobertura absoluta (%)																					
	Monte					Ubicación					Monte × ubicación					Monte					Ubicación					Monte × ubicación						
	Este		Oeste		p	Periferia		Centro		p	Total		Este		Oeste		p	Periferia		Centro		p	Este		Oeste		p	Periferia		Centro		p
	Total																															
Arbóreas total	217,8	210,8	223,1	ns	179,0	261,4	0,03	ns	52,7	66,0	42,6	0,01	0,01	39,5	67,4	0,004	ns															
<i>A. aroma</i>	5,2	0,7	8,75	0,03	2,7	8,2	ns	ns	0,52	0,03	1,02	0,02	0,02	0,18	1,06	0,04	ns															
<i>A. atramentaria</i>	15,7	8,2	21,2	0,03	14,2	17,5	ns	ns	2,52	1,62	3,2	ns	ns	2,27	2,8	ns	ns															
<i>A. caven</i>	11,5	5,7	15,7	0,03	9,5	13,7	ns	ns	1,55	0,73	2,15	0,03	0,03	1,18	1,95	ns	ns															
<i>C. ehrenbergiana</i>	37,7	56,7	23,7	0,003	27,7	49,2	0,04	ns	7,21	12,6	3,17	0,0004	0,0004	6,07	8,48	ns	ns															
<i>G. decorticans</i>	31	15,7	42,5	0,03	33	28,7	ns	0,02	2,63	3,42	2,04	ns	ns	1,59	3,8	ns	0,002															
<i>P. alba</i>	86	90	83,25	ns	70,2	103,7	0,06	ns	32,2	41,8	25,0	0,02	0,02	22,9	42,69	0,007	ns															

**Referencias:** Las relaciones se expresan a través del Test de Permutaciones al azar. Valores significativos en negrita.

dado que en el Monte Este se observó una mayor densidad y cobertura en el interior que en la periferia, mientras que, para el Monte Oeste se observó la tendencia opuesta (datos no mostrados).

La altura media de los árboles varió significativamente entre los dos fragmentos y marginalmente entre los cuadrados ubicados en la periferia y el centro (test de permutaciones al azar  $p= 0.002$  y  $0.06$ , respectivamente). Siendo la altura media de los árboles mayores en el Monte Este (6.05 m) que en el Oeste (4.77 m), y mayor en los cuadrados del centro (5.51 m) que en la periferia (5.12 m). En *A. atramentaria*, *C. ehrenbergiana*, *G. decorticans* y *P. alba* se encontró una altura significativamente mayor en el Monte Este (5.77; 5.71; 6.26 y 7.05 m respectivamente) que en el Monte Oeste (4.57; 4.75; 4.16 y 5.31 m respectivamente). Y sólo para *A. caven* y *G. decorticans* se encontró una diferencia significativa entre el centro (4.63 y 5.43 m respectivamente) y la periferia (4.13 y 4.08 m respectivamente). Finalmente para la altura, en ninguna de las principales especies se encontró una interacción significativa entre el monte y la ubicación (datos no mostrados).

En ambos fragmentos de bosque se observaron numerosos árboles jóvenes de tamaños diversos de *Prosopis* spp., *C. ehrenbergiana*, *G. decorticans*, *A. quebracho-blanco* y *Acacia* spp. Renovales bajos de *A. caven* y *G. decorticans* (posiblemente

regenerados a partir de raíces) se encontraron también afuera del bosque y en el campo cultivado antes de 2006, hasta una distancia de 15 m del borde.

#### Composición florística

En la muestra de 20 cuadrados, de 400 m<sup>2</sup> cada uno, en un área total de 0,8 ha se registraron 174 especies distintas. De ellas, 153 son nativas (88 %) y 21 exóticas (12 %). En el censo inicial de febrero se registraron 139 especies y en el censo complementario en diciembre, 159 especies; 122 especies estuvieron presentes en ambos censos.

Las especies censadas representan 54 familias, de las cuales las más frecuentes son Asteráceas (25 especies), Poaceae (22), Fabaceae (12) y Solanaceae (12). Cinco familias están representadas por entre 6 y 9 especies cada una (Malvaceae, Amaranthaceae, Euphorbiaceae, Convolvulaceae y Verbenaceae). El resto de las familias están representadas por sólo una o dos especies cada una.

Además de la alta diversidad taxonómica, la flora de los dos fragmentos de Espinal muestra una alta diversidad de formas de vida (Tabla 3). Del total de 174 especies, 76 corresponden al estrato leñoso: árboles, arbustos, subarbustos y enredaderas (20 especies), más algunas epífitas, parásitas y cactáceas. Como mencionamos anteriormente de las 17 especies de árboles, 3 son exóticas. En el censo florístico se encontraron individuos jóvenes (plantas no mayores a 4 m de altura) del árbol exótico *Ligustrum lucidum* M. T. Aiton. Todas las especies de arbustos, subarbustos y trepadoras son nativas. Entre las 98 especies del estrato herbáceo, la mitad son hierbas perennes y las demás hierbas anuales y gramíneas (la mayoría de estas últimas perennes). Se registraron algunas especies exóticas entre las hierbas perennes (2) y gramíneas (3), pero la mayor proporción de exóticas se encuentra en las hierbas anuales: 12 especies exóticas (44 %) de un total de 27.

La riqueza total de especies en cuadrados de 20 × 20 m fue en promedio de 75 especies, y la riqueza media de nativas de 66 (Tabla 3). Entre las nativas, se destaca el aporte a la riqueza de hierbas (23,6) y enredaderas (9,75), aunque también otras formas de vida muestran una riqueza importante. Las exóticas están representadas mayormente por especies herbáceas (Tabla 3).

**Tabla 2.** Número de especies por forma de vida y origen (nativa o exótica).

Forma de Vida	Nativas	Exóticas	Total
árboles	14	4	18
arbustos	15	0	15
subarbustos	16	0	16
enredaderas	20	0	20
otras (epífitas, parásitas, cactáceas)	7	0	7
<b>Total estrato leñoso</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>76</b>
hierbas anuales	15	12	27
hierbas perennes	47	2	49
gramíneas	19	3	22
<b>Total estrato herbáceo</b>	<b>81</b>	<b>17</b>	<b>98</b>
<b>Total especies</b>	<b>153</b>	<b>21</b>	<b>174</b>

**Tabla 3.** Riqueza media de especies en cuadrados de 20 × 20 m, para las principales formas de vida y origen (nativa o exótica); diferencias en la riqueza de los dos fragmentos y entre los cuadrados periféricos y centrales.

Riqueza de especies	Total	Monte			Ubicación			Monte x ubicación
		Este	Oeste	<i>p</i>	Periferia	Centro	<i>p</i>	
árboles nativos	9,10	<b>8,20</b>	<b>10</b>	<b>0.0004</b>	8,91	9,33	ns	ns
arbustos nativos	9,25	9,20	9,3	ns	9	9,56	ns	ns
hierbas nativas	23,6	23,2	24	ns	24,4	22,5	ns	ns
gramíneas nativas	8,35	<b>7,10</b>	<b>9,6</b>	<b>0.06</b>	<b>10</b>	<b>6,33</b>	<b>0.06</b>	ns
subarbustos nativos	4,45	3,9	5	ns	4,8	4	ns	ns
enredaderas nativas	9,75	9,8	9,7	ns	10,2	9,2	ns	ns
otras nativas	1,65	1,3	2	ns	1,9	1,3	ns	ns
nativas	66,1	<b>62,7</b>	<b>69,6</b>	<b>0.03</b>	69,3	62,3	ns	ns
árboles exóticos	1,55	1,7	1,4	ns	1,18	2,0	ns	ns
hierbas exóticas	5,95	6,5	5,4	ns	7,09	4,56	ns	ns
gramíneas exóticas	1,25	1,1	1,4	ns	1,73	0,67	ns	ns
exóticas	8,75	9,3	8,2	ns	10	7,22	ns	ns
leñosas totales	35,7	<b>34,1</b>	<b>37,4</b>	<b>0.07</b>	36	35,4	ns	ns
herbáceas totales	39,1	37,9	40,4	ns	43,3	34,1	ns	ns
<b>Total</b>	<b>74,9</b>	<b>72</b>	<b>77,8</b>	<b>ns</b>	<b>79,3</b>	<b>69,6</b>	<b>ns</b>	<b>ns</b>

**Referencias:** Las relaciones se expresan a través del Test de Permutaciones al azar, valores significativos en negrita

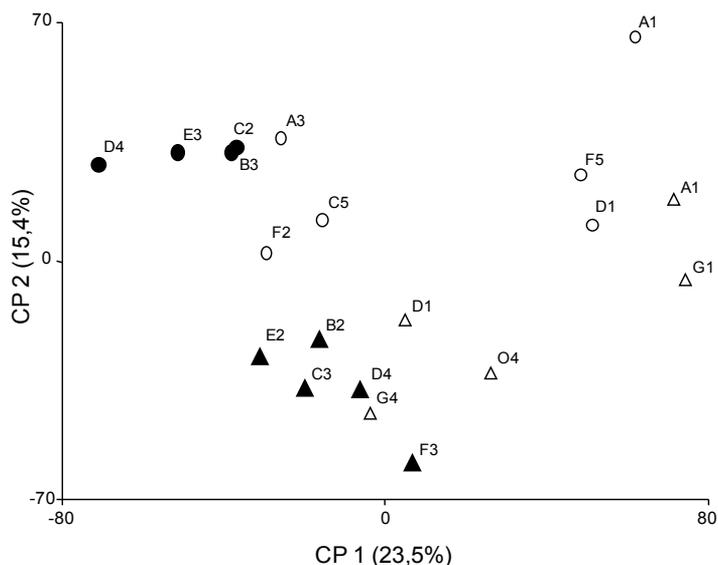
No se encontraron diferencias significativas en la riqueza total de especies entre los dos fragmentos (Tabla 3). Sin embargo, se encontraron diferencias significativas en la riqueza de especies de árboles nativos, nativas y marginalmente para gramíneas nativas y leñosas, siendo siempre mayor en el Monte Oeste que en el Este. Por otro lado y teniendo en cuenta la ubicación, sólo se encontraron diferencias marginalmente significativas para la riqueza de gramíneas nativas siendo mayor en los cuadrados de la periferia que en el centro (Tabla 3). A pesar de que no fueron diferencias significativas, es interesante destacar la riqueza total de exóticas y nativas, y la riqueza total fue mayor en los cuadrados de la periferia que en el centro (Tabla 3).

En el Análisis de Coordenadas Principales se observó una clara separación en los dos primeros ejes de los cuadrados entre fragmentos y ubicaciones (Fig. 4). En el primer eje se aglomeraron en el extremo izquierdo los cuadrados interiores del

Monte Este (D4, E3, C2 y B3) con bosque más denso, mientras que en el extremo opuesto se segregaron cinco cuadrados periféricos (cuatro de ellos en las esquinas) de ambos montes (A1, F5, D1, A1 y G1), con vegetación muy abierta. El segundo eje separó los cuadrados del Monte Oeste en el extremo inferior (F3, G4, D4 y C3) y en el extremo superior los del Monte Este (A1 y A3). Este análisis indica que las diferencias estructurales en la cobertura arbórea y la cercanía del borde del fragmento se reflejan fuertemente en la composición florística total de los cuadrados.

## DISCUSIÓN

Este trabajo constituye el primer relevamiento florístico completo y análisis de la estructura arbórea del distrito Cordobense de la provincia fitogeográfica del Espinal (Lewis & Collantes,



**Fig 4.** Ordenamiento multivariado de los 20 cuadrados del censo florístico en los dos primeros ejes de un Análisis de Coordenadas Principales con datos de presencia (0/1) de especies y distancia tipo Manhattan. Los porcentajes indican la proporción de variación explicada por cada eje. Los triángulos corresponden a sitios del Monte Oeste y los círculos a sitios del Monte Este. Símbolos llenos corresponden a sitios en el interior de los fragmentos y símbolos vacíos a la periferia. Las letras y números corresponden a la ubicación de los sitios dentro de cada uno de los fragmentos.

1973). Es importante no sólo porque en la actualidad apenas quedarían un 0,1 % del Espinal de Córdoba representado en numerosos fragmentos aislados (Zak, 2008), sino porque además los fragmentos analizados pertenecientes a la Universidad Católica de Córdoba constituyen una gran oportunidad para la conservación, educación e investigación de estos ecosistemas.

#### *El estrato arbóreo del bosque*

Se encuentran sólo dos estudios cuantitativos de la estructura y composición arbórea de fragmentos de Espinal, con los cuales se podrían comparar estos resultados (Lewis *et al.*, 2006, 2009), aunque los métodos de muestreo y censo son diferentes, se pueden destacar algunas coincidencias y otras diferencias. En los fragmentos estudiados por Lewis *et al.* (2009) en el este de la provincia de Córdoba, *Prosopis alba*, *Celtis ehrenbergiana* y *Geoffraea decorticans* fueron las principales especies dominantes, igual que en los fragmentos descriptos aquí. Sin embargo, la contribución relativa del área basal de estas tres especies (20%, 21% y 4%, respectivamente) fue mucho menor que

la contribución de la palmera caranday (*Trithrinax campestris* (Burmeist.) Drude & Griseb.), que constituyó el 50% del área basal en los trabajos de Lewis *et al.* (2009). La presencia y abundancia de *Trithrinax* es característica del Distrito Entrerriano del Espinal, según Lewis & Collantes (1973). De manera que era esperable la ausencia de esta última especie en sitios pertenecientes al Distrito Cordobense. Sin embargo estas áreas según los autores anteriormente citados estarían caracterizados por la presencia de *Aspidosperma quebracho-blanco* codominando el estrato arbóreo junto a *P. alba*. La frecuencia de *A. quebracho-blanco* fue muy baja en los fragmentos aquí estudiados, este resultado podría deberse a una antigua tala selectiva o a variaciones en la frecuencia abundancia de dicha especie a lo largo del Distrito Cordobense. Por otro lado, el estudio de Lewis *et al.* (2006) desarrollado en el sur de la provincia de Santa Fe dentro del distrito Sanctafidense (Lewis & Collantes, 1973), coincide también con las tres especies arbóreas con mayor contribución al área basal: *P. alba* (36%), *C. ehrenbergiana* (32%) y *G. decorticans* (13%). En uno de los tres sitios

analizados en este estudio, el área basal de *P. alba* llegó a 66% del total. En esta zona hubo una importante abundancia de *A. caven* (9%), mientras que en los sitios del trabajo de Lewis *et al.* (2009) llama la atención la ausencia de dicha especie.

La composición arbórea de los bosques de Espinal en las tres zonas estudiadas se asemeja en la codominancia de las tres principales especies en el estrato arbóreo. Esto puede ser un indicio de que estas tres especies constituyeron el bosque característico en la gran franja central del Espinal, que por lo menos se extendió desde las Sierras de Córdoba hasta el Río Paraná (Lewis & Collantes, 1973). Las principales diferencias entre las tres zonas son la dominancia más clara de *Prosopis alba* en los fragmentos del Oeste de Córdoba y la abundancia *Trithrinax campestris* en las del Este de Córdoba. Estas diferencias pueden resultar en parte de diferencias en la textura y salinidad del suelo (Lewis *et al.*, 2006) y por otro lado al mayor o menor grado de tala selectiva de *P. alba* o *A. quebracho-blanco* e historia de fuego y ganadería, dando como resultado distintos estados y transiciones en los diferentes distritos del Espinal (Westoby *et al.*, 1989). Posiblemente, los claros de bosque degradados fueron inicialmente ocupados por *Acacia caven* y *G. decorticans* en Santa Fe y Córdoba Oeste, y por *Trithrinax campestris* en el Este de Córdoba, ya que estas tres especies han sido mencionadas como colonizadoras de ambientes perturbados en otras regiones de Argentina (Díaz *et al.*, 1987; Lewis *et al.*, 2006; Giorgis *et al.*, 2011a). Finalmente otras especies leñosas acompañantes son diferentes entre las distintas zonas, por ejemplo *Sapium haematospermum* Müll. Arg. y *Tessaria dodoneifolia* (Hook. & Arn.) Cabrera sólo se registraron en los sitios de Santa Fe (Lewis *et al.*, 2006), mientras que *Prosopis affinis* Spreng. y *Vassobia breviflora* (Sendtn.) Hunz. fueron exclusivas del este Cordobés (Lewis *et al.*, 2009). Entre las especies exclusivas de este estudio encontramos a *Moya spinosa* Griseb., *Porlieria microphylla* (Baill.) Descole, O'Donnell & Lourteig y *Manihot grahamii* Hook.

La alta frecuencia de individuos jóvenes, de altura menor a 4 m, de casi todas las especies arbóreas (*Prosopis* spp., *C. ehrenbergiana*, *G. decorticans*, *A. quebracho-blanco* y *Acacia* spp.), en los fragmentos de bosque aquí estudiados, son indicio de que las poblaciones se reproducen

vigorosamente, sea por semillas o por brotes de las raíces. Los renovales se encontraron tanto en la sombra como en los claros de bosque. En los fragmentos del Espinal en Santa Fe también se registraron altas densidades de juveniles de *G. decorticans* y *A. caven*, y algo menores de *Prosopis* spp. y *C. ehrenbergiana* (Lewis *et al.*, 2006). Sin embargo, en los fragmentos del Este de Córdoba no se encontraron juveniles de *P. alba*; la mayoría de los renovales fueron de *T. campestris*, *C. ehrenbergiana* y *G. decorticans* (Lewis *et al.*, 2009).

Se han observado renovales de árboles (sobre todo *Acacia* spp. y *G. decorticans*) en la franja que fue cultivada alrededor de los fragmentos en la UCC. Esto indica que además de ser sostenibles, las poblaciones arbóreas de fragmentos del Espinal tienen potencial de recolonización y expansión espontánea cuando cesan los disturbios en áreas aledañas. Estas observaciones indican el potencial de estos relictos para una restauración de bosques de Espinal en esta zona, incluyendo no solamente poblaciones de *Acacia* spp. y *G. decorticans*, sino a largo plazo también de *Prosopis* spp. y *C. ehrenbergiana*.

En las tres zonas estudiadas se observó una incipiente invasión de especies leñosas exóticas, principalmente *Morus alba* (Lewis *et al.*, 2006, 2009). En los relictos en la UCC la cobertura de las exóticas todavía es muy baja; aunque hay plantas juveniles, su densidad es mucho menor que la de las especies nativas. Es importante destacar la presencia de *Ligustrum lucidum* W. T. Aiton una de las especies invasoras más importantes de Córdoba (Hoyos *et al.*, 2010; Giorgis *et al.*, 2011b), Sudamérica (Grau & Aragón, 2000; Zalba & Villamil, 2002; Richardson *et al.*, 2008) y otras regiones del mundo (Cronk & Fuller, 1995). Lewis *et al.*, (2006, 2009) registraron esta misma especie en otros sectores del Espinal, por lo que debería ser tenido en cuenta tanto en la protección de los relictos que persisten como en la posible restauración de estos bosques. Dada la baja frecuencia y abundancia de las distintas especies leñosas exóticas en estos fragmentos sería altamente recomendable desarrollar urgentes medidas de control y erradicación de estas especies, dado que los costos y posibilidades efectivas de manejo de las especies invasoras crecen exponencialmente con el proceso de invasión (Hulme, 2006). Finalmente,

es importante resaltar que entre las nativas se contó *Manihot grahamii* (Zuloaga *et al.*, 2008), aunque probablemente esta especie no formó parte del Espinal sino que invadió los fragmentos desde poblaciones cultivadas como ornamental en jardines, por lo cual podría considerarse invasora dentro de esta área como ha sido sugerido en Giorgis *et al.*, (2011a) para el Bosque Chaqueño Serrano de Córdoba.

Se registraron diferencias importantes y significativas en la estructura y la composición del bosque entre los dos fragmentos en la UCC. El Monte Este se caracterizó por la mayor cobertura aérea total, mayor cobertura de *Prosopis* spp. y *C. ehrenbergiana* y mayor frecuencia de árboles grandes, de estos dos géneros y *G. decorticans*. El Monte Oeste se distinguió por la mayor riqueza de especies de árboles, la mayor densidad y cobertura de *Acacia* spp., y la mayor densidad de árboles jóvenes (o de menor tamaño) de *Prosopis* spp y *G. decorticans*. Visualmente se observó en el Monte Oeste más parches de vegetación abierta y baja. Estas diferencias indicarían una historia de mayores disturbios en el Monte Oeste y la ausencia de disturbios por un tiempo más largo en el Monte Este. La foto aérea del año 1995 evidencia un incendio y desmonte parcial en el Monte Oeste, lo que explicaría este patrón. Las diferencias encontradas entre ambos fragmentos indican que aun a escala local estos bosques presentan una alta heterogeneidad en su estructura y composición debido a factores tanto antrópicos (quema y tala) como probablemente abióticos (e. g. características del suelo). Estas características deberían ser consideradas en el manejo de estos relictos.

#### *El sotobosque y la riqueza de especies*

En los manchones de bosque grande continuo en el interior de los relictos, el suelo está mayoritariamente cubierto por mantillo y en el sotobosque dominan hierbas y subarbustos umbrófilos, sobre todo *Solanum argentinum* Bitter & Lillo, junto con *Rivina humilis* L., *Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke, *Sida rhombifolia* L. y *Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn. En las áreas de los fragmentos, donde la cobertura arbórea es discontinua, se encuentra una mayor cobertura de leñosas de porte mediano y bajo, como *Acacia* spp., *Schinus* spp., *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc., *Condalia microphylla*

Cav. y renovales de *G. decorticans*. En estos últimos también hay una mayor cobertura de pastos perennes (*Setaria* spp., *Stipa* spp.) y de hierbas. Las trepadoras nativas se encuentran en alta frecuencia tanto en el bosque cerrado como en las áreas más abiertas.

El mayor número de especies, en especial herbáceas nativas, identificadas en el censo de diciembre (159 contra 139 en el de febrero) se puede explicar en parte por la fecha del muestreo, seis semanas más temprano en el ciclo de crecimiento. Esto permitió identificar un mayor número de herbáceas en floración y fructificación tempranas. La mayor riqueza de especies herbáceas, nativas y exóticas, en los cuadrados periféricos de ambos fragmentos en comparación con los cuadrados interiores se puede atribuir a la mayor frecuencia de disturbios como tala, pastoreo y fuego en la periferia. Algunos cuadrados periféricos incluyeron franjas del área que fue cultivada y sembrada hasta 2005. Los disturbios y la baja cobertura del estrato arbóreo en las zonas periféricas de los fragmentos posiblemente favorecieron el desarrollo del estrato de hierbas y pastos nativos heliófilos y también la invasión de malezas y pastos exóticos sembrados, desde las áreas cultivadas. Estos cambios en riqueza de especies y en composición florística encontrados a lo largo y entre los fragmentos, indican que la heterogeneidad de estos bosques es importante para maximizar la biodiversidad, resultados que serían importantes a la hora de desarrollar estrategias de manejo y conservación.

Se puede comparar la riqueza de especies observada en estos fragmentos de Espinal con un estudio de 19 fragmentos de diversos tamaño en una zona al oeste de la ciudad de Córdoba (Cagnolo *et al.*, 2006). La vegetación tratada en el citado estudio, se define como Bosque Chaqueño Serrano (no Espinal), pero de acuerdo a la descripción, parece que la mayoría de los sitios están en la parte más baja de las Sierras Chicas, dentro o cerca del ecotono con el Espinal. La riqueza de especies en parcelas de 500 m<sup>2</sup> fue casi 60 especies en promedio (Fig. 3 en el trabajo citado). Esto es un poco menor a la riqueza media de 75 especies en parcelas de 400 m<sup>2</sup> en los dos fragmentos de Espinal en la UCC (con áreas de 1,2 y 1,4 ha). En el Bosque Chaqueño Serrano la riqueza total aumentó significativamente con el área (en escala logarítmica) del fragmento en el cual se encontraba la parcela muestreada, y

varió entre 57 especies en fragmentos menores a 1 ha, hasta 131 especies en un bosque mayor a 1000 ha. El porcentaje de exóticas en la flora fue 15%, comparable con 12% en los fragmentos aquí estudiados. Cagnolo *et al.* (2006), encontraron que la riqueza total no fue significativamente distinta entre muestras de la periferia y el interior de fragmentos, pero la riqueza de nativas y de arbustos fue significativamente mayor en el interior. En este estudio encontramos que la riqueza de gramíneas nativas fue significativamente mayor en la periferia que en el interior, y además en general se observó la misma tendencia para el resto de las formas de vida (Tabla 3). Posiblemente estas diferencias estén relacionadas con una mayor frecuencia de disturbios en las zonas periféricas de los fragmentos del Espinal, aunque también podrían deberse a diferencias de muestreo entre los dos trabajos.

### *Valoración y conservación de los fragmentos de Espinal*

El valor de los fragmentos de Espinal y la necesidad urgente de conservarlos se fundamentan en las siguientes razones:

1. Son los últimos relictos de una región endémica de Argentina (Clausen *et al.*, 2008) de la cual la mayor parte del área ha sido irreversiblemente destruida (Zak, 2008). Su estatus de conservación es precario, ya que su futuro depende solamente de la voluntad de los propietarios, que pueden decidir desmontarlos en cualquier momento. El porcentaje estimado de áreas protegidas en toda la región del Espinal es 0,03% (Brown *et al.*, 2006) o 0,26% (Clausen *et al.*, 2008). Este porcentaje es menor que en cualquier otra eco-región natural del país e indica un nivel de protección "precaria" (<3%).
2. Fragmentos pequeños pueden tener un valor muy alto de conservación. Los resultados de este trabajo indican que aun en relictos del tamaño de 1 ha se pueden encontrar poblaciones de árboles grandes y antiguos que forman un canopeo continuo y sombrío, y que en su fisonomía probablemente representan el bosque antiguo de algarrobo en su máximo nivel de desarrollo. Aun en fragmentos de este tamaño se encuentra una alta biodiversidad de especies nativas de diferentes formas de vida. Es notable que entre las 174 especies registradas, al menos 21 son endémicas de la Argentina (Zuloaga *et al.*, 2008). Otros trabajos confirman que hay una alta riqueza aun en fragmentos de ~1 ha (Cagnolo *et al.*, 2006).
3. En los fragmentos se conservan muchos recursos fitogenéticos de diversos usos potenciales. Por ejemplo, entre las 174 especies censadas en los dos fragmentos, 96 (55%) son citadas dentro de la medicina popular (Barboza *et al.*, 2009). Estas constituyen 14% de las 636 especies medicinales registradas para la provincia de Córdoba. Casi todas las especies mencionadas como medicinales son dicotiledóneas. Las familias con mayores número de especies medicinales en los fragmentos son Asteraceae (18 especies, 72% de las especies presentes de esta familia), Fabaceae (9, 75%) y Solanaceae (8, 67%), las mismas que aportan los mayores números de medicinales a la flora de Córdoba (Barboza *et al.*, 2009). Por otro lado, se realizó una evaluación preliminar de las especies que poseen uso ornamental potencial o actual. De las 174 especies censadas, se estima que 84 (48%) tienen valor ornamental, entre ellas 14 Asteraceae (Mascó, M. inédito; Sérsic *et al.*, 2006). Dentro de las nativas y exóticas 38 (22%) se consideran plantas con usos comestibles (Rapoport *et al.*, 2009). Hay 18(10 %) especies de usos tintóreos (Trillo & Demaio, 2007; Trillo *et al.*, 2007). Además, muchas de las especies presentes en los fragmentos, en especial las arbóreas, son de uso múltiple, tienen alto valor para madera y leña y además son forrajeras, melíferas o tintóreas (Verzino & Joseau, 2005).
4. Los fragmentos remanentes del Espinal en general y del Distrito Cordobense en particular, presentan oportunidades únicas para estudiar la ecología de este ecosistema y la biología de las muchas especies de plantas y animales que en él viven. Representan un marco de referencia para desarrollar posibles restauraciones en esta región, a partir de los cuales se podrían definir criterios e indicadores locales para la conservación del Distrito Cordobense del Espinal en Córdoba. También son un recurso educativo muy importante, donde alumnos y docentes de todos los niveles pueden conocer y aprender a valorar este tipo de bosque nativo que antes cubría todo el centro de Argentina y ahora está en vías de extinción. En este caso, el hecho que los relictos están ubicados en el campus de una Universidad que tiene una Facultad de Ciencias Agropecuarias, aumenta su potencial científico y educativo.

Por todas estas razones es urgente un esfuerzo para proteger y conservar el máximo número y área de fragmentos del bosque de Espinal. Una oportunidad para lograr este objetivo es la Ley

Nacional de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de Bosques Nativos (Ley 26,311). En este marco, todos los bosques remanentes en la llanura podrían estar incluidos en la categoría de máxima protección.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el subsidio de BGCI y HSBC por medio de la Red Argentina de Jardines Botánicos. Al Rector de la Universidad Católica de Córdoba Miguel A. Petty SJ, quien firmó la Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos y designó los terrenos para el Jardín Botánico. A Marcela Sánchez de BGCI Argentina y al Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Juan Carlos Boggio, por el apoyo administrativo incondicional. A Oscar Melo y Aldo Belbruno que tomaron la decisión de mantener estos fragmentos de Espinal y nos contaron la historia de uso y manejo de los mismos. A Luis Ariza Espinar y Roberto Hernández que colaboraron en el reconocimiento de algunas especies. A Cecilia Eynard, Soledad Aguilar, Ema Mohn, Gustavo Re, Carla Slek, Graciela Franchini y el grupo de voluntariado. A los dos revisores anónimos que han contribuido sustancialmente a mejorar la calidad final de este trabajo.

De una manera especial queremos recordar y honrar a Imanuel Noy Meir (1941-2009) quien fue el alma mater de este trabajo. El nos dejó un gran legado de sabiduría y humildad, habló lo preciso y trabajó con mucho entusiasmo.

## BIBLIOGRAFÍA

BARBOZA, G. E., J. J. CANTERO, C. NÚÑEZ, A. PACCIARONI & L. ARIZA ESPINAR. 2009. Medicinal plants: A general review and a phytochemical and ethnopharmacological screening of the native Argentine Flora. *Kurtziana* 34: 7-365.

BROWN, A., U. MARTÍNEZ ORTIZ, M. ACERBI & J. CORCUERA. 2006. *La Situación Ambiental Argentina*. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.

BURKART, R., N. BÁRBARO, R. O. SÁNCHEZ & D. A. GÓMEZ. 1999. *Eco-regiones de la Argentina*. APN, PRODIA, Buenos Aires.

CABRERA, A. L. 1953. Esquema fitogeográfico de

la República Argentina. *Rev. Museo de La Plata (Nueva Serie)*, Botánica 8: 87-168.

CABRERA, A. L. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 14: 1-42.

CABRERA, A. L. 1976. *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Ed: ACME S.A.I.C., Buenos Aires.

CAGNOLO, L., M. CABIDO & G. VALLADARES. 2006. Plant species richness in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina: ecological traits and habitat fragmentation effects. *Biol. Conserv.* 132: 510-519.

CLAUSEN, A. M., M. E. FERRER & M. B. FORMICA. 2008. *Situación de los Recursos Fitogenéticos en la Argentina*. II Informe Nacional 1996-2006. Ed: INTA, Córdoba.

CRONK, Q. C. B. & J. L. FULLER. 1995. *Plant Invaders, the threat to natural ecosystems*. 1 edn. Chapman & Hall, London.

DÍAZ S., M. BONNIN, A. LAGUENS & M. PRIETO. 1987. Estrategias de explotación de los recursos naturales y procesos de cambio de la vegetación en la cuenca del Río Copacabana. *Pub. Inst. de Antrop. Fac. de Fil. y Human. Univ. Nac. de Cba.* 45: 63-133.

GIORGIS, M. A., A. M. CINGOLANI, F. CHIARINI, J. CHIAPELLA, G. BARBOZA, L. ARIZA ESPINAR, R. MORERO, D. E. GURVICH, P. A. TECCO, R. SUBILS & M. CABIDO. 2011b. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 36: 9-43.

GIORGIS, M. A., M. CABIDO & A. M. CINGOLANI. 2011a. *Caracterización florística y estructural del Bosque Chaqueño Serrano*. Editorial Académica Española (EAE).

GRAU, H. R. & R. ARAGÓN. 2000. Árboles Invasores de la Sierra de San Javier, Tucumán Argentina. In: GRAU, H. R. & R. ARAGÓN (eds.), *Ecología de árboles exóticos en las yungas Argentinas*, pp. 5-20. LIEY, Tucumán.

HILL, M. O. 1973. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. *Ecology* 54: 427-431.

HOYOS, L. E., G. I. GAVIER-PIZARRO, T. KUEMMERLE, E. H. BUCHER, C. VOLKER, V. C. RADELOFF & P. A. TECCO. 2010. Invasion of glossy privet (*Ligustrum lucidum*) and native forest loss in the Sierras Chicas of Córdoba, Argentina. *Biol. Invasions* 12: 3261-3275.

HULME, P. E. 2006. Beyond control: wider implications for the management of biological invasions. *J. Appl. Ecol.* 43: 835-847.

HUTCHINSON, T. 1866. *Buenos Aires y otras provincias argentinas: con extractos de un diario de exploración en 1862 y 1863*. Imprenta del Siglo, Buenos Aires.

## I. Noy-Meir *et al.* - Estructura y diversidad de fragmentos del Espinal

- 296 pp. (1945. Ed Huarpes. Buenos Aires. 387 pp.)
- INFOSTAT 2008. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
- LEWIS, J. P. & M. B. COLLANTES. 1973. El Espinal Periestépico. *Ciencia & Investigación* 29: 360-377.
- LEWIS, J. P., D. E. PRADO & I. M. BARBERIS. 2005. Los remanentes de bosques del Espinal en la provincia de Córdoba. In: BROWN, A., U. MARTÍNEZ ORTIZ, M. ACERBI & J. CORCUERA (eds.), *La Situación Ambiental Argentina 2005*, pp. 254-260. Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires.
- LEWIS, J. P., S. NOETINGER, D. E. PRADO & I. M. BARBERIS. 2004. Los remanentes de bosques del Espinal en el este de la provincia de Córdoba. *Agromensajes, Fac. Cs. Agr., U.N.R.* 13: 23-27.
- LEWIS, J. P., S. NOETINGER, D. E. PRADO & I. M. BARBERIS. 2009. Woody vegetation structure and composition of the last relicts of Espinal vegetation in subtropical Argentina. *Biodivers. Conserv.* 18: 3615-3628.
- LEWIS, J. P.; E. F. PIRE, I. M. BARBERIS & D. E. PRADO. 2006. Los bosques del Espinal Periestépico en las proximidades de la localidad de Coronda, provincia de Santa Fe (Argentina). *Rev. Invest. Fac. Cs Agr. U.N.R.* 10: 13-26.
- LUTI, R., M. GALERA, N. MULLER DE FERREIRA, N. BERZAL, M. NORES, M. HERRERA & J. BARRERA. 1979. Vegetación. In: Vázquez J., R. Miatello & M. Roque (eds.), *Geografía Física de la provincia de Córdoba*, pp. 297-368. Ed. Boldt, Buenos Aires.
- NOY-MEIR, I. 2006. Historia fotográfica de una colonia agropecuaria en el monte entrerriano. Ed: *Primeras Jornadas Nacionales de Protección y Manejo Sustentable del Bosque Nativo*. La Paz. Entre Ríos. Argentina. Libro de Resúmenes, pp. 28.
- PERAZZOLO, D., M. MASCO, I. NOY-MEIR, C. EYNARD & F. GARIBOTI. 2006. Jardín Botánico Gaspar Xuárez: conservación, restauración y educación para la valoración etnobotánica del bosque nativo del centro de Argentina. *XXII Reunión Argentina de Ecología*. Córdoba Argentina. Libro de resúmenes, pp. 274.
- PILLAR, V. D. & ORLÓCI L. 1996. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *J. Veg. Sci.* 7: 585-92.
- PILLAR, V. D. 2003. Dinâmica da expansão florestal em mosaicos de floresta e Campos no sul do Brasil. In: *Ecossistemas Brasileiros: Manejo E Conservação* (ed. V. Claudino-Sales) pp. 209-16. Expressão Gráfica, Fortaleza.
- RAPOPORT, E. H., A. MARZOCCA & B.S. DRAUSAL. 2009. *Malezas comestibles del Cono Sur y otras partes del planeta*. Ediciones INTA-CONICET-SAyDS. Buenos Aires.
- RICHARDSON, D. M., B. VAN WILGEN & M. A. NUÑEZ. 2008. Alien conifer invasions in South America: short fuse burning? *Biol. Invasions* 10: 573-577.
- SÉRSIC, A., COCUCCI, A., BENÍTEZ-VIERYRA, S., COSACOV, A., DÍAZ, L., GLINOS, E., GROSSO, N., LAZARTE, C., MEDINA, M., MORÉ, M., MOYANO, M., NATTERO, J., PAIARO, V., TRUJILLO, C. & WIEMER P. 2006. *Flores del Centro de Argentina*. Academia Nacional de Ciencias, Córdoba.
- TRILLO, C. & P. DEMAIO. 2007. *Tintes naturales. Una guía para el reconocimiento y uso de plantas tintóreas del centro de Argentina*. Ed. Sezo. Córdoba. Argentina.
- TRILLO, C., P. DEMAIO, S. COLANTONIO & L. GALETTO. 2007. Conocimiento actual de plantas tintóreas por los pobladores de Guasapampa, provincia de Córdoba. *Kurtziana* 33: 65-77.
- VERZINO, G. E. & M. J. JOSEAU. 2005. *El Banco Nacional de Germoplasma de Prosopis. Conservación de recursos forestales nativos en Argentina*. Ed: Ministerio de Producción y Trabajo, provincia de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- WESTOBY, M., B. WALKER & I. NOY-MEIR 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *J. Range Manage.* 42: 266-274.
- ZAK, M. & M. CABIDO. 2004. Do subtropical seasonal forests in the Gran Chaco, Argentina, have a future? *Biol. Conserv.* 120: 589-598.
- ZAK, M. R. 2008. *Patrones espaciales de la vegetación de la provincia de Córdoba. Análisis complementario de información satelital y datos de campo*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba.
- ZALBA, S. M. & C. B. VILLAMIL. 2002. Woody plant invasions in relictual grasslands. *Biol. Invasions* 4: 55-72.
- ZULOAGA, F. O., O. MORRONE & M. J. BELGRANO 2008. *Catálogo de Plantas Vasculares del Cono Sur*. Monogr. Missouri Bot. Garden (USA).

Recibido el 1 de septiembre de 2011, aceptado el 1 de febrero de 2011.

