

## HETEROGENEIDAD FLORÍSTICA Y ESTRUCTURAL DE LOS BOSQUES DE *SCHINOPSIS BALANSAE* (ANACARDIACEAE) EN EL SUR DEL CHACO HÚMEDO

GUSTAVO D. MARINO & JOSÉ F. PENSIERO<sup>1</sup>

*Cátedra de Botánica Sistemática Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Luis Kreder 2805, 3080 Esperanza, Santa Fe, Argentina. E-mail: gmarino@fca.unl.edu.ar*

ABSTRACT: Marino, G. & Pensiero, J. F. 2003. Floristic and structural heterogeneity of *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) forests in the southern Humid Chaco region. *Darwiniana* 41(1-4): 17-28.

At a regional scale, changes in tree and herbaceous cover relative to topographic variation have been observed in the landscape of Chaco region. Nonetheless, structural and floristic variations associated with topography are quite unknown at local scale. This study surveys the forests of Santafesinian Humid Chaco with special concern to the variation of structure and floristic composition along the topographic gradient. Twenty transects of 150 m each were used to determine frequency, density and DBH of tree and bush species. In short, 21 tree, 19 young tree and 16 bush species were registered. The tree species belonged to 18 families and 30 genera, and the richest family was Fabaceae with 11 species. In forest where the low topographic sites were dominant, frequency of young and adult trees were high and low, respectively. In contrast, richness and diversity indexes did not show changes along the same gradient. Results are discussed in relation to regional ecological knowledge of *S. balansae* forests.

Key words: *Schinopsis balansae*, Xerophitic forest, Diversity, Structure, Topographic variations, Humid Chaco Forest.

RESUMEN: Marino, G. & Pensiero, J. F. 2003. Heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) en el sur del Chaco Húmedo. *Darwiniana* 41(1-4): 17-28.

A nivel regional se ha observado que la fisonomía de la vegetación y la proporción de especies leñosas y herbáceas en el paisaje del Chaco son afectadas por la frecuencia de las inundaciones. Sin embargo, los cambios estructurales y florísticos asociados con la inundación son casi desconocidos a escala local. Este estudio describe la heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *S. balansae* en el Chaco Húmedo Santafesino a lo largo de un gradiente de inundación. Se emplearon 20 transecciones de 150 m en las que se cuantificaron las frecuencias, densidades y diámetros a la altura del pecho (DAP) de las especies arbóreas, arbóreas juveniles (DAP < 4 cm) y arbustivas presentes. En total, fueron registradas 21 especies de árboles, 19 de árboles juveniles y 16 de arbustos. Las especies arbóreas correspondieron a un total de 30 géneros representados en 18 familias, entre las que se destacó la de las Fabaceae con 11 integrantes. En bosques donde los sitios deprimidos eran dominantes, la frecuencia de árboles jóvenes y adultos resultó, respectivamente, alta y baja. No obstante, los índices de riqueza y diversidad no mostraron variaciones en el mismo gradiente. Sobre la base de los patrones observados se discute la significancia de los resultados en relación con la información disponible sobre la ecología de los bosques de *S. balansae* en la región Chaqueña.

Palabras clave: *Schinopsis balansae*, Bosques xerofíticos, Diversidad, Estructura, Variaciones topográficas, Bosque Chaqueño Húmedo.

<sup>1</sup> Miembro de la Carrera del Investigador, CONICET

## INTRODUCCIÓN

A escala de paisaje, se ha señalado que las inundaciones afectan la fisonomía de la vegetación del Chaco Húmedo; sin embargo, se desconoce si las mismas tienen alguna influencia sobre la vegetación a una escala local (Morello, 1970; Neiff, 1986; Adámoli et al., 1990; Bissio et al., 1990). Por ejemplo, los distintos niveles de tolerancia a la anaerobiosis que muestran plantas leñosas y herbáceas se traducen en variaciones en la estructura y composición florística de la vegetación a escala de paisaje (Morello, 1970). Tal es así que a lo largo de un gradiente topográfico, donde también se registra un gradiente de inundación, es posible observar que las unidades de vegetación herbáceas ocupan posiciones bajas y que las unidades que se integran además con especies leñosas se disponen en las posiciones intermedias y altas (Morello, 1970). Patrones de distribución homólogos también se han observado en paisajes dominados por vegetación herbácea, como en los pastizales de los Bajos Submeridionales en Santa Fe o de la Depresión del Salado en Buenos Aires, en los que se registran variaciones en la proporción de hidrófitas a lo largo del gradiente topográfico (Batista et al., 1988; Burkart et al., 1990; Lewis et al., 1990).

No obstante, la descripción de las relaciones entre vegetación y ambiente mediadas por la inundación también podrían ser observadas a escala local y dentro de la misma unidad de vegetación. En particular, las unidades de vegetación del paisaje del Chaco Húmedo ubicadas en las posiciones intermedias del gradiente topográfico, como los bosques de *Schinopsis balansae* Engl. ("Quebracho Colorado"), podrían exhibir variaciones florísticas y estructurales marcadas ya que con frecuencia se distribuyen en sitios con intensidades de inundación contrastantes. *S. balansae* es una especie pionera que forma bosques de alta dominancia y que muestra amplia distribución ecológica, ya que habita desde sitios no inundables hasta aquellos que sufren anegamientos prolongados durante la estación húmeda (Ragonese & Covas, 1941; Ragonese & Castiglioni, 1945; Lewis & Pire, 1981). Además, en el estrato herbáceo de estos bosques pueden observarse proporciones variables de comunidades de especies xerófitas, compuestas principalmente por bromeliáceas; y de hidrófitas, dominadas por gramíneas orizoideas. Ambas formaciones herbáceas caracterizan respectivamente el

sotobosque de unidades de paisaje no inundables, como los bosques mixtos del noroeste de Corrientes (Martinez-Crovetto, 1980), y las lagunas temporarias de unidades afectadas regularmente por la inundación, como las sabanas de los Bajos Submeridionales (Lewis et al., 1990).

El objetivo del presente trabajo fue describir, a escala local, la heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *S. balansae* en el Chaco Húmedo Santafesino. La hipótesis del estudio consideró que la estructura y la composición florística del bosque mostrarían relaciones asociadas con las variaciones topográficas y, por ejemplo, la diversidad, frecuencia y densidad de árboles y arbustos presentarían relaciones negativas con la mayor influencia de los anegamientos que se dan preferencialmente en los sitios deprimidos. La descripción del bosque incluyó el censo de las comunidades leñosas y herbáceas; y la incidencia de los anegamientos fue establecida en forma indirecta sobre la base de la proporción del estrato herbáceo cubierto con comunidades dominadas por especies hidrófitas.

## ÁREA DE ESTUDIO

*Schinopsis balansae* se distribuye en la porción oriental de la región chaqueña o Chaco Húmedo, en un área que abarca más de 17 millones de hectáreas. Desde el punto de vista fisonómico, la región está dominada por bosques xerófitos caducifolios mixtos - monte fuerte - o dominados por *Schinopsis balansae*, *Geoffroea decorticans* o especies del género *Prosopis*. Los bosques están asociados con palmares, sabanas, y distintas comunidades herbáceas entre las que se destacan los pajonales (Cabrera, 1976). El clima es continental cálido, con precipitaciones que van desde los 700 mm en el W hasta los 1.300 mm en el E y una época seca de aproximadamente 7 meses. La temperatura media anual varía entre 18° C en el sur y 26° C en el norte, con máximas absolutas de 48° C en verano y heladas en invierno (Burgos, 1970). Los suelos son de origen fluvio-lacustre y están formados por sedimentos finos como arena fina, limos y arcillas; y con frecuencia presentan horizontes impermeables que determinan la formación de pantanos (Popolizio, 1970).

Durante el siglo XX, los bosques de "Quebracho Colorado", y especialmente los de la porción más austral del Chaco Húmedo -la Cuña Boscosa Santafesina- sufrieron una fuerte modificación debi-

do a la intensa explotación forestal. Producto de ello, en la actualidad los espacios ocupados por bosques presentan diferentes grados de fragmentación y deterioro. El presente trabajo se desarrolló en espacios de la Cuña Boscosa Santafesina cubiertos en la actualidad por bosques xerófitos. En esta región, la temperatura media anual es de 20,2 °C y la precipitación media anual es de 1.170 mm (Roldán & Simón, com. pers.). El relieve es llano a levemente ondulado y las depresiones corresponden a vías de drenaje que sufren anegamientos estivales. Los suelos están asociados a la geomorfología del paisaje y pequeñas variaciones topográficas determinan cambios en sus propiedades físicas y químicas, como también en la frecuencia de los anegamientos. En las posiciones topográficas altas hay argiudoles típicos, en las intermedias argiudoles ácuicos y en las bajas alfisoles (Alconchel, com. pers.).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Diseño del muestreo*

Mediante la interpretación de cartas topográficas (IGM 1: 50.000) y fotografías aéreas (INTA RAFAELA 1: 20.000, año 1982) se ubicaron espacios cubiertos por bosques xerófitos. Posteriormente fueron seleccionados a campo bosques de *Schinopsis balansae* poco alterados por disturbios antrópicos y distribuidos en posiciones diferencialmente afectadas por la inundación (Fig. 1). Se descartaron aquellos sitios localizados en áreas intensamente fragmentadas o con signos de disturbios antrópicos recientes (tocones y árboles rebrotados de cepa). Finalmente, veinte (n=20) sitios de estudio fueron escogidos en función de su aspecto fisonómico y sus especies dominantes.

### *Variables estructurales y florísticas de la vegetación herbácea*

Las comunidades herbáceas presentes en el sotobosque fueron caracterizadas mediante el censo en parcelas y diferenciadas mediante la estimación de la abundancia-cobertura de sus especies y la confección de tablas fitosociológicas (Braun Blanquet, 1979). Las plantas de identidad incierta durante el censo fueron coleccionadas, determinadas y depositadas en el Herbario "A. E. Ragonese" (SF) de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral. Por otra parte, con el fin de describir la heterogeneidad topográfica y

ambiental de los sitios de muestreo, se emplearon variables discretas para caracterizar el microrrelieve del suelo (cóncavo, plano, convexo), la cobertura del dosel (baja, media, alta), el tamaño de los parches ocupados por las comunidades herbáceas (< a 10 metros, 10 – 30 metros, > 30 metros) y se efectuaron determinaciones de su altura y cobertura (Braun Blanquet, 1979).

Posteriormente, en cada sitio de muestreo se determinó la frecuencia de cada una de las comunidades herbáceas presentes mediante transecciones de 25 puntos equidistantes cada 6 m. La información generada mediante dicha medición permitió definir la proporción del estrato herbáceo del bosque cubierto por comunidades de hidrófitas que han sido asociadas con prolongados periodos de anegamientos en otras unidades de paisaje del Chaco Húmedo.

### *Variables estructurales y florísticas de la vegetación leñosa*

El bosque fue censado mediante el método de los cuartiles en transecciones de 25 puntos equidistantes con observaciones cada 6 m y una longitud aproximada de 150 m lo que cubrió un área de aproximadamente 3 ha (Cottam & Curtis, 1956). Se cuantificaron las frecuencias, densidades y diámetros a la altura del pecho (DAP) de las especies arbóreas, arbóreas juveniles (DAP < 4 cm) y arbustivas presentes. En cada sitio se registró la distancia media entre árboles, el área basal y el perímetro total, estimándose además la riqueza, equitatividad y dominancia de árboles, árboles juveniles y arbustos mediante el uso de los índices de Shannon-Weiner y Simpson (Peet, 1974). También se estimó la importancia relativa de nueve (9) clases diametrales de árboles correspondientes a los rangos de 0-6, 6-12, 12-19, 19-25, 25-31, 31-38, 38-44, 44-50 y >50 cm, mediante el cálculo de la proporción de individuos del conjunto de las especies presentes en cada categoría en el total de los censos.

### *Análisis estadístico*

Las observaciones de las variables ambientales, estructurales y florísticas del bosque corresponden a visitas efectuadas en los 20 sitios de muestreo durante 1996 y 1997. En el análisis de los censos florísticos de la vegetación herbácea, los sitios fueron clasificados mediante una técnica aglomerativa

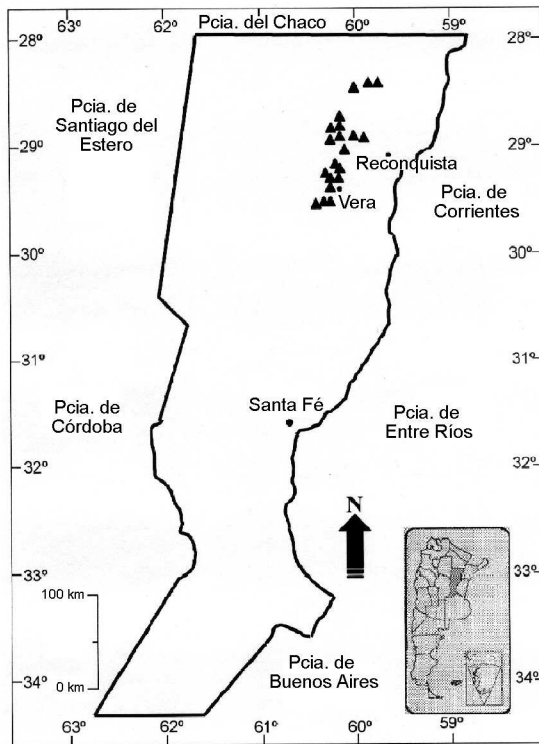


Fig. 1.- Mapa del área de estudio y distribución de los 20 sitios de muestreo.

que utilizó los valores de abundancia-cobertura por especie (Método de Ward, Distancia Euclidiana, NTSYS Program; Rohlf et al., 1971). Posteriormente se confeccionó una tabla fitosociológica con las especies que registraron niveles de constancia mayores al 5%. El estudio de la relación entre las variables ambientales y la diversidad y estructura del bosque se realizó mediante análisis de regresión y correlación. Para la comparación estructural entre rodales se empleó ANOVA de un factor. En todos los casos las figuras se presentan con datos sin transformaciones. Las transformaciones de datos fueron empleadas cuando se detectaron violaciones significativas al supuesto de normalidad. Todos los porcentajes fueron transformados con la función arcoseno en forma previa a los análisis.

## RESULTADOS

### Vegetación herbácea

Un total de 181 especies herbáceas, pertenecientes a 130 géneros y 48 familias, integran el estrato inferior del bosque. Entre ellas se destacan por su constancia: *Panicum stoloniferum*, *Cyperus*

*entrianus*, *Tradescantia* sp., *Eupatorium ivifolium*, *Setaria rosengurtii* y *S. parviflora*. El análisis fitosociológico reveló que las hierbas componen, principalmente, tres unidades florísticas que se distribuyen en forma diferencial de acuerdo con la topografía de cada sitio. Estas comunidades herbáceas se denominan vegas de “canutillos”, praderas de “flechillas” y matorrales de “caraguatá” (Fig. 2a).

Las vegas de “canutillos” son integradas mayormente por especies hidrófitas de ciclo primavero-estival y se distribuyen en sitios con cobertura arbórea variable pero con suelos húmedos, bajos, de relieves planos o cóncavos en los que se acumula agua de lluvia o de inundación. Las especies de mayor constancia son: *Cyperus prolixus*, *C. virens*, *Alternanthera pungens* y *Leersia hexandra* (Tabla 1). En general, presentan un estrato herbáceo de 20-40 cm de altura, dominado por *Leersia hexandra*, *Luziola peruviana*, *Panicum hians* y *P. stoloniferum*, especies vulgarmente conocidas como “canutillos”. En ocasiones se observa un estrato herbáceo superior de 80-100 cm de altura, compuesto por distintas especies de *Cyperus*. Cuando se observan signos de salinidad edáfica, una de las especies que presenta mayores valores de cobertura es *Diplachne uninervia*. La cobertura total varía entre el 60 y 100% y el tamaño de los parches de esta unidad es de 20 a más de 50 metros. Además, en épocas de lluvias se registran niveles hídricos de 5-15 cm por encima de la superficie del suelo.

Las praderas de “flechillas” están integradas por especies de ciclo otoño-inverno-primaveral y se distribuyen en sitios altos de relieves planos y con elevados niveles de cobertura arbórea. Las especies de mayor constancia en esta comunidad son: *Tradescantia* sp., *Eupatorium ivifolium* y *Setaria rosengurtii*. No obstante, *Piptochaetium stipoides*, *Chloris ciliata*, *Melica eremophila*, *Eragrostis lugens* y *Lepidium* sp. resultan las especies de mayor fidelidad (Tabla 1). Esta unidad presenta un estrato herbáceo superior de 30-80 cm de altura, integrado por *Piptochaetium stipoides*, *Stipa neesiana* y *Stipa papposa*, especies vulgarmente denominadas “flechillas”; y un estrato herbáceo inferior de menos de 20 cm de altura de variable composición florística. En general, su cobertura total varía entre el 50 y 80%, el tamaño de sus parches es de 20 a más de 50 metros y raramente registran anegamientos.



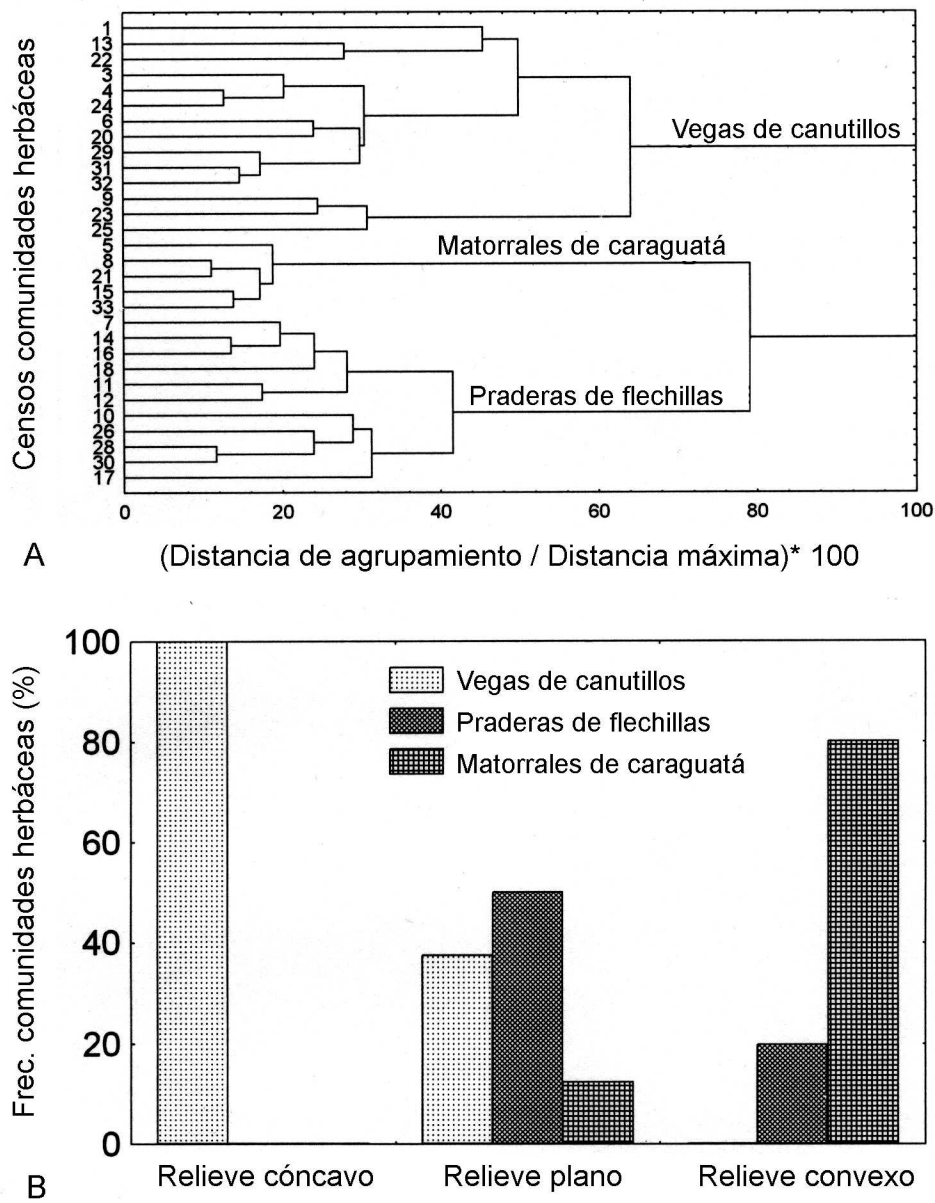


Fig. 2.- Clasificación de los censos de las comunidades herbáceas de los bosques de *S. balansae*. A: Dendrograma de aglomeración, Método de Ward, Distancia Euclidiana. B: Frecuencias relativas de la distribución de las comunidades herbáceas en sitios con relieve cóncavo, plano y convexo

Los matorrales de “caraguatá” están integrados por especies de bromeliáceas y se distribuyen en sitios altos de relieves convexos y con elevados niveles de cobertura arbórea. Los mayores índices de constancia son registrados por *Bromelia serra*, *Tradescantia* sp. y *Lantana* sp.; no obstante, las especies de mayor fidelidad en esta unidad son *Aechmea distichantha*, *Harrisia tortuosa*,

*Holmbergia tweedii* y *Melotria* sp. (Tabla 1). Los mayores valores de cobertura corresponden a *Aechmea distichantha* y *Bromelia serra*, especies xerófitas que poseen hojas acanaladas adaptadas a la captación y acumulación de agua de lluvia y que vulgarmente se denominan “caraguatá”. Esta unidad presenta un estrato superior de 40-65 cm de altura y un estrato inferior no mayor de 15 cm, con

Tabla 1.- Tabla comparativa de las comunidades herbáceas de los bosques de *Schinopsis balansae*. Referencias: C, canutilar; F, flechillar; K, caraguatal; n, número de censos; I-V, clases de constancia<sup>1</sup> de 5 a 100%. Las especies de mayor fidelidad<sup>2</sup> son incluidas en los recuadros.

Especie/Comunidad	C(n=15)	F(n=9)	K(n=5)	Especie/Comunidad	C(n=15)	F(n=9)	K(n=5)
<i>Cyperus virens</i>	IV			<i>Piptochaetium stipoides</i>			III
<i>Leersia hexandra</i>	IV			<i>Eragrostis lugens</i>			III
<i>Alternanthera pungens</i>	IV			<i>Chloris ciliata</i>			III
<i>Cyperus prolixus</i>	IV			<i>Lepidium</i> sp.			III
<i>Sagittaria montevidensis</i>	III			<i>Melica eremophila</i>			III
<i>Luziola peruviana</i>	III			<i>Evolvulus sericeus</i>			II
<i>Eryngium ebracteatum</i>	III			<i>Eragrostis neesii</i>			II
<i>Gymnocoronis spilanthoides</i>	III			<i>Digitaria californica</i>			II
<i>Heteranthera limosa</i>	II			<i>Stipa papposa</i>			II
<i>Polygonum acuminatum</i>	II			<i>Malva</i> sp.			II
<i>Stemodia lanceolata</i>	II			<i>Spergula</i> sp.			II
<i>Urochloa platyphylla</i>	II			<i>Aristida</i> sp.			I
<i>Oenothera</i> sp.	II			<i>Borreria ocyroides</i>			I
<i>Ludwigia peploides</i>	II			<i>Desmanthus virgatus</i>			I
<i>Echinodorus grandiflorus</i>	II			<i>Dyckia ragonesei</i>			I
<i>Eleocharis</i> sp.	II			<i>Eragrostis</i> sp.			I
<i>Eleocharis montana</i>	II			<i>Leptochloa chloridiformis</i>	I		
<i>Hydrolea spinosa</i>	II			<i>Leptochloa virgata</i>		I	
<i>Oenothera indecora</i>	II			<i>Pithecoctenium</i> sp.		I	
<i>Eupatorium</i> sp.	II			<i>Solanum amygdalifolium</i>	I		
<i>Pluchea sagittalis</i>	II			<i>Stenandrium diphyllum</i>		II	IV
<i>Rynchospora</i> sp.	I			<i>Rivinia humilis</i>		I	IV
<i>Paspalum distichum</i>	I			<i>Oplismenus hirtellus</i>		I	III
<i>Tradescantia anagallidea</i>	I			<i>Panicum sabulorum</i>		I	III
<i>Verbena gracilescens</i>	I			<i>Carex sororia</i>		I	II
<i>Cuphea racemosa</i>	I			<i>Stipa neesiana</i>		III	II
<i>Heimia salicifolia</i>	I			<i>Polycarpon suffruticosum</i>	II	III	
<i>Panicum bergii</i>	I			<i>Eupatorium hecatanthum</i>	II	II	
<i>Pennisetum frutescens</i>	I			<i>Stipa</i> sp.		II	II
<i>Setaria fiebrigii</i>	I			<i>Capsicum chacoense</i>		II	II
<i>Hemarthria altissima</i>	I			<i>Piptochaetium</i> sp.		II	II
<i>Cynodon dactylon</i>	I			<i>Aechmea distichantha</i>			V
<i>Echinochloa colona</i>	I			<i>Harrisia tortuosa</i>			IV
<i>Hydrocotyle bonariensis</i>	I			<i>Holmbergia tweedii</i>			IV
<i>Paspalum vaginatum</i>	I			<i>Melothria</i> sp.			IV
<i>Setaria macrostachya</i>	I			<i>Abobra tenuifolia</i>			III
<i>Tradescantia fluminensis</i>	I			<i>Melica sarmentosa</i>			III
<i>Panicum hians</i>	V	II		<i>Mikania</i> sp.			III
<i>Marsilea ancylopoda</i>	V	I		<i>Begonia cucullata</i>			II
<i>Diplachne univervia</i>	III	I		<i>Cestrum parqui</i>			II
<i>Portulaca</i> sp.	II	I		<i>Setaria vulpiseta</i>			II
<i>Aeschynomene rudis</i>	II	I		<i>Eleocharis contracta</i>	II		II
<i>Commelina erecta</i>	II	I		<i>Vernonia platensis</i>	II		II
<i>Eriochloa punctata</i>	II	I		<i>Ruellia erythropus</i>	II		II
<i>Eriochloa</i> sp.	II	I		<i>Paspalum simplex</i>	I		II
<i>Polygonum</i> sp.	II	II		<i>Sida rhombifolia</i>	I		II
<i>Selaginella peruviana</i>	I	II		<i>Asclepias mellodora</i>	I		IV
<i>Eleusine tristachya</i>	I	II		<i>Panicum stoloniferum</i>	V	III	IV
<i>Malvastrum coromandelianum</i>	I	II		<i>Cyperus entrerianus</i>	III	II	II
<i>Eryngium coronatum</i>	I	I		<i>Tradescantia</i> sp.	II	IV	V
<i>Sporobolus indicus</i>	I	I		<i>Eupatorium ivifolium</i>	II	IV	IV
<i>Carex bonariensis</i>	I	I		<i>Setaria parviflora</i>	II	IV	II
<i>Galactia longifolia</i>	I	I		<i>Pfaffia glomerata</i>	II	II	II
<i>Desmodium incanum</i>	I	I		<i>Setaria rosenfurtii</i>	I	IV	IV

<sup>1</sup> Constancia: clases de frecuencia de aparición de una especie en el total de los censos. Clase I: 5-20%, II: 21-40%, III: 41-60%, IV: 61-80% y V: 81-100%

<sup>2</sup> Fidelidad: propiedad de una especie frecuente de ser indicadora exclusiva de una comunidad.

Tabla 1.- Continuación

Especie/Comunidad	C(n=15)	F(n=9)	K(n=5)
<i>Dicliptera tweediana</i>	I	III	III
<i>Portulaca cryptopetala</i>	I	III	II
<i>Carex</i> sp.	I	III	II
<i>Bromelia serra</i>	I	II	V
<i>Lantana</i> sp.	I	II	V
<i>Dichondra microcalyx</i>	I	II	III
<i>Iresine diffusa</i>	I	II	III
<i>Juncus</i> sp.	I	II	III
<i>Pteridium</i> sp.	I	I	III
<i>Dolichandra cynanchoides</i>	I	I	II

valores de cobertura que varían entre el 70 y 90%, tamaños de parches entre los 10 y 30 metros y en ningún caso registran anegamientos.

Las comunidades descritas anteriormente son las de mayor frecuencia en el sotobosque de los quebrachales. Según las observaciones efectuadas en los 20 sitios censados, en promedio, los porcentajes cubiertos por las vegas de “canutillos”, las praderas de “flechillas” y los matorrales de “caraguatá” son del 35,4%, 34,1% y 16,5% respectivamente; con lo cual en conjunto ocupan más del 85% de la superficie del sotobosque. Otras comunidades observadas, de menor importancia en cuanto a su frecuencia, son: las estepas de halófitas (6,1%), las praderas de “gramilla rastrera” (*Cynodon dactylon*, 2,6%), y los pajonales dominados por “grama criolla” (*Leptochloa chloridiformis*, 2,8%) o “aibe” (*Elionurus muticus*, 2,2%). Las estepas de halófitas y las praderas de “gramilla rastrera” son observadas principalmente en sitios de baja cobertura arbórea, con suelos no inundables y medianamente salinos. En general, ambas comunidades se caracterizan por presentar una alta proporción de suelo desnudo. Los pajonales, en cambio, presentan una elevada cobertura y fueron registrados en sitios de baja cobertura arbórea, con relieves planos y suelos altos, no inundables y ligeramente salinos. Ambas unidades presentan, respectivamente, un estrato herbáceo superior dominado por matas densas de *E. muticus* y *L. chloridiformis*, y un estrato herbáceo inferior integrado por numerosas especies.

Pese a que las comunidades herbáceas muestran un patrón amosaicado, la proporción de cada unidad varía según la topografía. En los sitios con relieves cóncavos y deprimidos predominan las vegas de “canutillos”; mientras que en los sitios con relieves convexos la comunidad más frecuente es el

matorral de “caraguatá” (Fig. 2b). Puntualmente, la frecuencia de las vegas de “canutillos” varía ampliamente en el conjunto de los sitios y oscila entre 0 y 100%, lo que señala, en forma indirecta, la existencia de un gradiente ambiental asociado con la inundación (Fig. 3).

#### Vegetación leñosa

La diversidad del bosque de *S. balansae* incluye 37 taxones correspondientes a 21 especies arbóreas y 16 arbustivas. Las especies arbóreas (árboles y árboles juveniles) totalizan 30 géneros correspondientes a 18 familias; y las arbustivas, 16 géneros pertenecientes a 12 familias. En ambos grupos (árboles y arbustos) se destaca la familia Fabaceae con 11 y 6 taxones, respectivamente (Tabla 2). La riqueza total (5) de los estratos de árboles, árboles juveniles y arbustos es de 21, 19 y 16 especies, respectivamente; mientras que la riqueza puntual (a) varía entre 3-13, 6-11 y 1-7 especies para los mismos grupos. Los árboles de mayor constancia son: *Schinopsis balansae*, *Prosopis nigra* var. *ragonensei*, *Acacia praecox*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Geoffroea decorticans* y *Schinus longifolia*; los árboles juveniles: *Zizyphus mistol* y las especies de árboles citadas anteriormente; y los arbustos: *Celtis pallida*, *Capparis tweediana* y *Maytenus vitis-idaea*. Aproximadamente el 50% de las especies leñosas son espinosas y, por otra parte, la frecuencia de especies volubles y epífitas es mínima.

El análisis de la diversidad del bosque muestra que la equitatividad en el estrato de árboles y de arbustos es reducida, ya que el índice de Shannon es bajo en comparación con sus valores máximos posibles. En cambio, para los árboles juveniles es moderada. Por el contrario, la dominancia es alta en el estrato de árboles, ya que el índice de Simpson es entre 6 y 20 veces superior que el valor mínimo posible; y algo menor en los árboles juveniles y los arbustos, ya que resulta entre 2 y 11 veces superior que el valor mínimo posible (Tabla 3).

Por otra parte, la riqueza, equitatividad y dominancia de la vegetación leñosa no muestran relaciones significativas con el grado de anegamiento del sotobosque, es decir, con la proporción del suelo cubierto con vegas de “canutillos” ( $P > 0.05$ ). En el mismo sentido, las frecuencias relativas de las especies arbóreas muestran bajos coeficientes de correlación y sólo *A. praecox* presenta reducciones en su

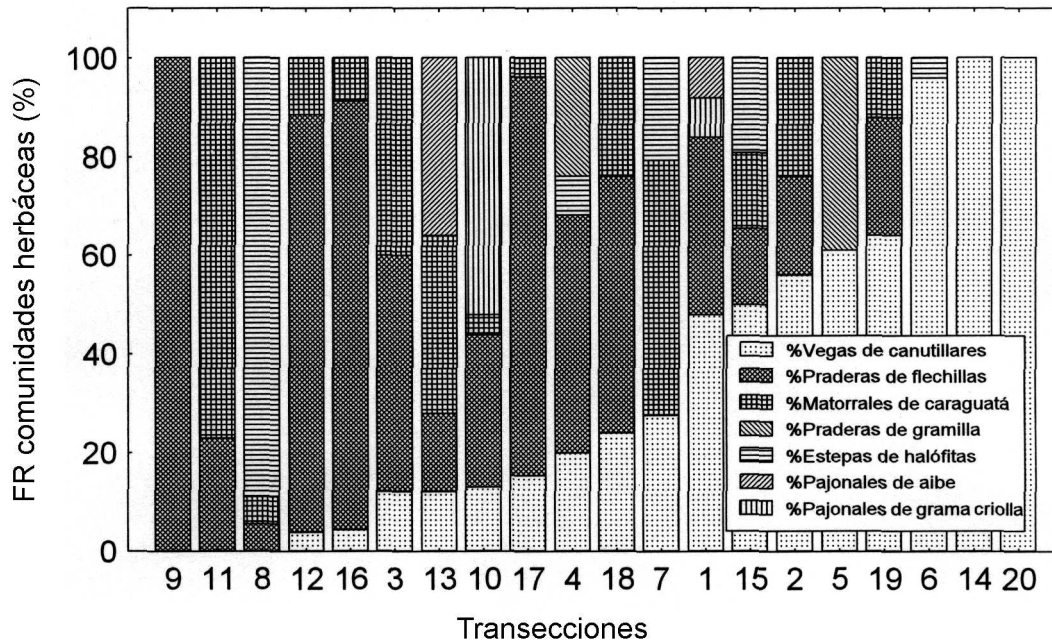


Fig. 3.- Frecuencias relativas de las comunidades herbáceas en cada una de las 20 transecciones.

frecuencia en este gradiente ambiental ( $r^2 = 0.38$ ,  $F = 11.15$  y  $P_{1,18} < 0.003$ ).

En cambio, las variables mencionadas muestran asociaciones fuertes con la frecuencia relativa de *S. balansae*. Para la riqueza y equitatividad del estrato de árboles, ésta relación es negativa ( $r^2 = 0.29$ ,  $F = 7.58$  y  $P_{1,18} < 0.001$  y  $r^2_e = 0.64$ ,  $F = 32.32$  y  $P_{1,18} < 0.001$ ), mientras que para la dominancia es positiva ( $r^2_d = 0.94$ ,  $F = 324.06$  y  $P_{1,18} < 0.001$ ). En promedio, la riqueza puntual decreció de 8 a 5 en los sitios con frecuencias relativas de *S. balansae* de 30-57% y 77-96 %, respectivamente.

Desde el punto de vista estructural, el bosque presenta dos estratos leñosos definidos: uno arbóreo superior, de 8-12 m de altura, dominado por especies caducifolias, y otro inferior, de 2-7 m de altura, integrado por árboles de menor porte y arbustos caducifolios y perennifolios. En orden de importancia, las especies dominantes del estrato superior son: *S. balansae*, *P. nigra* var. *ragonesei*, *A. praecox*, *Tabebuia nodosa* y *G. decorticans*; y las del inferior: *A. praecox*, *S. balansae*, *S. longifolia*, *Achatocarpus praecox*, *C. pallida*, *M. vitis-idaea* y *C. tweediana*. La densidad de árboles varía entre 80-904 individuos/hectárea y el análisis de las clases diametrales revela que las categorías de mayor importancia son aquellas con árboles de

DAP menores a 25 cm (Fig. 4). Por otra parte, el área basal varía entre 112 y 822 m<sup>2</sup>/ha y su valor promedio es de 361 m<sup>2</sup>/ha.

Las variables estructurales del bosque no mostraron asociación con la frecuencia de la especie dominante, a excepción de la densidad de árboles juveniles que exhibió una relación positiva. Incrementos de un 20% en la frecuencia relativa de árboles de *S. balansae* fueron acompañados por aumentos de más de 100 individuos juveniles/ha ( $r^2 = 0.28$ ,  $F = 8.63$  y  $P_{1,18} < 0.01$ ).

Excepto en la distribución de clases diametrales, no se observaron asociaciones significativas entre el grado de anegamiento del bosque y las variables estructurales, como la densidad de árboles, árboles juveniles y arbustos ( $P > 0.05$ ). La comparación de sitios con porcentajes contrastantes en la cobertura de vegas de “canutillos” muestra que los individuos de 6 a 12 cm de DAP son un 7% más frecuentes en los bosques más anegados ( $F_{d2} = 3.53$  y  $P_{1,8} < 0.07$ ). Mientras que aquellos que tienen entre 19 y 25 cm y entre 25 y 31 cm de DAP presentan una reducción del 4% y del 1,6% en sus frecuencias relativas, respectivamente, en comparación con el valor promedio ( $F_{d4} = 5.22$  y  $P_{1,8} < 0.03$ ;  $F_{d5} = 3.34$  y  $P_{1,8} < 0.08$ , Fig. 4).



Tabla 2.- Especies de árboles y arbustos registrados en el bosque de *Schinopsis balansae*

Especie	Familia	Forma de vida	Nombre vulgar	Follaje
<i>Acacia aroma</i>	Fabaceae	Arbusto	Tusca	Caducifolio
<i>Acacia caven</i>	Fabaceae	Arbusto	Aromito	Caducifolio
<i>Acacia praecox</i>	Fabaceae	Árbol o arbusto	Garabato	Caducifolio
<i>Acanthosyris falcata</i>	Santalaceae	Árbol o arbusto	Saucillo	Caducifolio
<i>Achatocarpus praecox</i>	Achatocarpaceae	Árbol o arbusto	Tala negro	Caducifolio
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	Apocinaceae	Árbol o arbusto	Quebracho blanco	Perennifolio
<i>Aspidosperma triternatum</i>	Apocinaceae	Árbol	Q. blanco lagunero	Perennifolio
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	Sapotaceae	Árbol o arbusto	Guaraniná	Caducifolio
<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	Fabaceae	Árbol o arbusto	Guayacán	Caducifolio
<i>Capparis retusa</i>	Capparaceae	Arbusto	Poroto del monte	Perennifolio
<i>Capparis tweediana</i>	Capparaceae	Árbol o arbusto	Sacha membrillo	Perennifolio
<i>Celtis pallida</i>	Celtidaceae	Arbusto	Churqui tala	Caducifolio
<i>Celtis tala</i>	Celtidaceae	Arbusto	Tala	Caducifolio
<i>Coccoloba argentinensis</i>	Polygonaceae	Arbusto	Coccoloba	Caducifolio
<i>Castela coccinea</i>	Simaroubaceae	Arbusto	Piquillín	Semicaduco
<i>Fagara rhoifolia</i>	Rutaceae	Arbusto	Teta de perro	Perennifolio
<i>Geoffroea decorticans</i>	Fabaceae	Árbol o arbusto	Chañar	Caducifolio
<i>Gleditsia amorphoides</i>	Fabaceae	Árbol o arbusto	Espina corona	Caducifolia
<i>Gochmatia argentina</i>	Asteraceae	Arbusto	-	-
<i>Grabowskia duplicata</i>	Solanaceae	Arbusto	Tala de burro	Perennifolio
<i>Hexachlamys edulis</i>	Myrtaceae	Arbusto	Ubajay	Perennifolio
<i>Lycium sp.</i>	Solanaceae	Arbusto	-	Caducifolio
<i>Maytenus vitis-idaea</i>	Celastraceae	Árbol o arbusto	Cane gorda	Perennifolio
<i>Myrcianthes cisplatensis</i>	Myrtaceae	Árbol o arbusto	Guayabo del monte	Perennifolio
<i>Opuntia sp.</i>	Cactaceae	Arbusto	Tuna	-
<i>Prosopis affinis</i>	Fabaceae	Árbol o arbusto	Ñandubay	Caducifolio
<i>Prosopis nigra var. ragonesei</i>	Fabaceae	Arbusto	Algarrobo amarillo	Caducifolio
<i>Prosopis sp.</i>	Fabaceae	Árbol	Algarrobo negro	Caducifolio
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Polygonaceae	Árbol o arbusto	Viraró Guarapitá	Caducifolio
<i>Schinopsis balansae</i>	Anacardiaceae	Árbol o arbusto	Quebracho colorado	Caducifolio
<i>Schinus longifolia</i>	Anacardiaceae	Árbol o arbusto	Molle	Perennifolio
<i>Scutia buxifolia</i>	Rhamnaceae	Árbol o arbusto	Coronillo	Perennifolio
<i>Senna sp.</i>	Fabaceae	Arbusto	Sen del campo	Caducifolio
<i>Stetsonia coryne</i>	Cactaceae	Árbol o arbusto	Cardón	-
<i>Tabebuia nodosa</i>	Bignoniaceae	Árbol	Palo cruz	Caducifolio
<i>Trixis praestans</i>	Asteraceae	Arbusto	Tabaco del monte	Caducifolio
<i>Zizyphus mistol</i>	Rhamnaceae	Árbol o arbusto	Mistol	Perennifolio

Tabla 3.- Valores de equitatividad y dominancia para los estratos de árboles, árboles juveniles y arbustos del bosque de *Schinopsis balansae*.

	Árboles(n=21)		Árboles juveniles (n=19)		Arbustos (n=16)	
	rango	Máx/Mín	rango	Máx/Mín	rango	Máx/Mín
Equitatividad	0,27-1,65	3,04	0,95-2,10	2,94	0,66-1,87	2,83
Dominancia	0,26-0,92	0,04	0,14-0,58	0,05	0,18-0,66	0,06

## DISCUSIÓN

Los bosques de *S. balansae* presentan un mosaico de comunidades herbáceas que está asociado con una variación considerable de la topografía. Variaciones en el relieve, que por lo general involucran diferencias de unos pocos centímetros en el nivel del suelo, determinan cambios significativos en la composición florística del estrato herbáceo. A nivel de unidades fitosociológicas, patrones de distribución semejantes han sido observados en otros ecosistemas de la llanura chaco-pampeana, como en los pastizales de Pampa Deprimida de la provincia de Buenos Aires (Batista et al., 1988; Burkart et al., 1990) y en las sabanas de los Bajos Submeridionales de la provincia de Santa Fe (Lewis et al., 1990).

En contraste con lo esperado, la variación topográfica y la composición florística de los estratos leñosos del bosque no muestran una relación consistente. La diversidad no registra variaciones en ese sentido y, al parecer, el conjunto de árboles y arbustos que habitan el bosque de *S. balansae* se dispersa a lo largo de un amplio gradiente topográfico. No obstante, el análisis estructural del bosque reveló diferencias significativas entre las clases diametrales de rodales con proporciones contrastantes de sitios deprimidos y ocupados por vegas de "canutillos". Estas observaciones indican que los bosques con elevados porcentajes de vegas de "canutillos", es decir aquellos más afectados por los anegamientos, poseen mayores frecuencias de individuos jóvenes y menores de individuos adultos. Sin embargo, el carácter descriptivo de este estudio no permite establecer inferencias al respecto y, por lo tanto, resta esperar que nuevos trabajos verifiquen si tales diferencias se relacionan con variaciones en la tolerancia a la inundación a lo largo de la ontogenia de las especies arbóreas presentes.

En comparación con otras formaciones boscosas del Chaco Húmedo, el bosque de *S. balansae* muestra menores índices de riqueza y equitatividad y

mayores niveles de dominancia. Por ejemplo, el bosque denso mixto descrito para la Cuña Boscosa Santafesina contiene un mayor número de especies arbóreas y valores de equitatividad y dominancia que oscilan entre 2,16-2,76 y 0,10-0,21, respectivamente (Lewis et al., 1994). Además, en los bosques mixtos predominan las especies umbrófitas y no espinescentes, mientras que en los bosques de "Quebracho Colorado" dominan las especies heliófitas, espinescentes y con alta concentración de taninos (Lewis et al. 1997). Se ha postulado que ambos bosques integran la dinámica sucesional del ambiente chaqueño y que el bosque de "Quebracho Colorado" se ve enriquecido paulatinamente por diversas especies umbrófitas (Hampel, 2000). En este estudio, las especies de sombra mostraron valores de relativa importancia tanto en el estrato arbóreo como en el de los árboles juveniles.

Pese a la inexistencia de estudios sobre la dinámica sucesional, algunos investigadores han reconocido distintos estados del bosque de "Quebracho Colorado". Se ha señalado que el mayor número de renovales se observa en los bordes de las formaciones arbóreas, donde a menudo aparecen "latizales", es decir, rodales con alta densidad de individuos juveniles (Valentini, 1960). Bosques con alta densidad de individuos de mediano porte también han sido descritos como parte de una *sere* temporal (Gräfe et al., 1991). Por otro lado, los procesos sucesionales del bosque de *S. balansae* también podrían ser modificados por la variación topográfica y su relación con la frecuencia de las inundaciones.

Por otra parte, el bosque de *S. balansae* es uno de los recursos de mayor importancia del Chaco Húmedo. Sin embargo, los aspectos centrales de su ecología han recibido escasa atención de parte de los investigadores. El establecimiento de técnicas de manejo sustentable del bosque demanda un conocimiento cabal de su funcionamiento. Este traba-

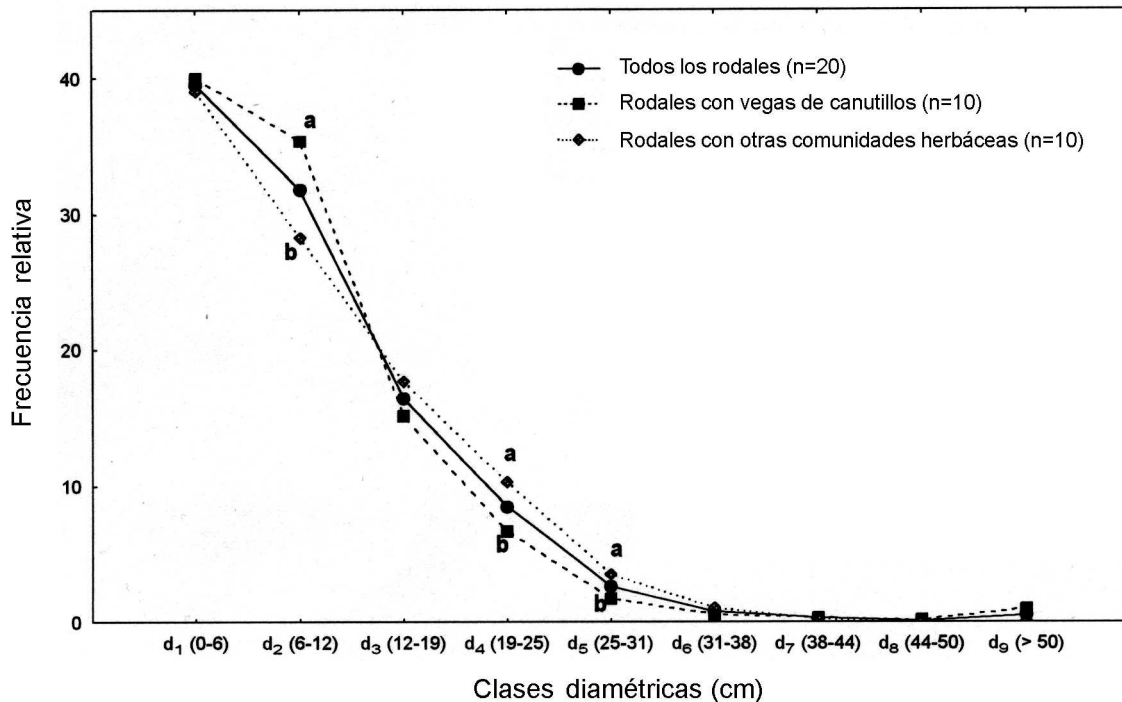


Fig. 4.- Distribución diamétrica media (individuos/ha) de los bosques de *S. balansae* (n=20). Variaciones en las frecuencias de las clases diamétricas en sitios con proporciones contrastantes de vegas de “canutillos” (n=10). Las letras indican diferencias significativas (P<0,07).

jo sugiere diferencias importantes en cuanto a su potencialidad de aprovechamiento, en relación con la variación topográfica y la heterogeneidad estructural del bosque. Desde una perspectiva forestal, los bosques con una mayor proporción de vegas de “canutillos” poseen una menor frecuencia de individuos con elevado DAP, y al mismo tiempo resultan más atractivos para el uso pastoril. Sin embargo, el desconocimiento de la productividad primaria neta de las principales comunidades vegetales del Chaco representa un problema adicional para quienes deben establecer criterios de manejo sustentable.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al apoyo económico de FUNDAPAZ – Proyecto Cuña Boscosa Santafesina - y la colaboración del Ing. Agr. Pablo Contardo. Queremos expresar nuestro agradecimiento a todo el equipo de trabajo de las cátedras de Botánica Sistemática y Ecología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNL y, en especial, a Pablo Carletti, Carlos Dimundo, Carlos D’Angelo, Eliana Exner, Claudio Bosco, Alejandra Enrique y Virginia Mántaras.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Adámoli, J., Sennahuser, E., Acero, J. M. & Rescia, A. 1990. Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *J. Biogeogr.* 17: 491-500.
- Batista, W., León R. J. C. & Perelman, S. 1988. Las comunidades vegetales de un pastizal natural de la región de Laprida, Prov. de Buenos Aires, Argentina. *Phytocoenologia* 16: 465-480.
- Bissio, J. C., Luisoni, L. H. & Battista, W. B. 1990. Relaciones entre el agua superficial y los tres principales tipos de vegetación de los Bajos Sumeridionales de la provincia de Santa Fe. *Inst. Nac. Teconl. Agropecu., EEA Reconquista, Public. Téc. Nro. 5.*, 13 pp.
- Braun Blanquet, J. 1979. *Fitosociología. 2a. ed.* H. Blume, Rosario.
- Burgos, J. J. 1970. El clima de la región noreste de la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 11 (Supl.) 37-102.
- Burkart, S. E., León, R. J. C. & Movia, C. P. 1990. Inventario fitosociológico del pastizal de la Depresión del Salado (Prov. Bs. As.) en un área representativa de sus principales ambientes. *Darwiniana* 30: 27-69.

- Cabrera, A. L. 1976. Territorios fitogeográficos de la República Argentina, en J. M. Dimitri & L. R. Parodi (eds.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Vol. 2, ACME. Buenos Aires.
- Cottam, G. & Curtis, J. T. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37: 451-460.
- Gräfe, W., Brassiolo, M., Simón, M., Fumagalli, A. & Renolfi, R. 1991. Explotación eficaz y protección de recursos en la región de la Cuña Boscosa, Departamento Vera, Provincia de Santa Fe. *Fac. Ci. Forestales, Inst. Nac. Tecnol. Agropecu.*: 1-79.
- Hampel, H. 2000. Estudio de la estructura, dinámica y manejo de bosque del Chaco Húmedo Argentino. *GTZ. Nro. TOB FTWF* 15. Eschborn. 66 p.
- Lewis, J. P. & Pire, E. F. 1981. Reseña sobre la vegetación del Chaco Santafesino. *Inst. Nac. Tecnol. Agropecu., Serie Fitogeográfica* N° 18.
- , ———, Prado, D. E., Stofella, S. L., Franceschi, E. A. & Carnevale, N. J. 1990. Plant communities and phytogeographical position of a large depression in the Great Chaco, Argentina. *Vegetatio* 86: 25-38.
- , ——— & Vesprini, J. L. 1994. The mixed dense forest of Southern Chaco. Contribution to study of flora and vegetation of the Chaco. VIII. *Candollea* 49: 159-68.
- , ——— & Barberis, I. M. 1997. Structure, physiognomy and floristic composition of a *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) forest in the southern Chaco, Argentina. *Rev. Biol. Trop.* 45: 1013.
- Martinez-Crovetto, R. 1980. Estudios fitosociológicos en el sotobosque de los quebrachales del noroeste de Corrientes (República Argentina). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 19: 315-329.
- Morello, J. H. 1970. Ecología del Chaco. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 11 (Supl.): 161-174.
- Neiff, J. J. 1986. Sinopsis ecológica y estado actual del Chaco Oriental. *Ambiente Subtropical* 1: 5-35.
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 295-307.
- Popolizio, E. 1970. Algunos rasgos de la geomorfología del nordeste argentino. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 11 (Supl.): 17-36.
- Ragonese, A. E. & Castiglioni, J. A. 1945. Nueva especie del genero "Schinopsis" y área geográfica de las especies argentinas. *Revista Invest. Agric.* 1: 94-100.
- & Covas, G. 1941. La distribución geográfica de los Quebrachales en la provincia de Santa Fe. *Instituto Experimental de Inv. y Fomento Agr.-Gan.* N° 25: 1-11.
- Rohlf, F. J., Kishpaugh J. & Kirk D. 1971. *NT-SYS. Numerical taxonomy system of multivariate statistical programs*. State University NY, New York.
- Valentini, J. A. 1960. La reforestación con quebracho colorado y algunas normas silvícolas relacionadas con su aprovechamiento racional. *Bomplandia* 11: 51-69.

Original recibido el 1 de octubre de 2001; aceptado el 29 de agosto de 2003.