

## Estructura, composición y estado de conservación de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos en el Chaco Subhúmedo Central

SEBASTIÁN A. TORRELLA<sup>1,✉</sup>, LUIS J. OAKLEY<sup>2</sup>, RUBÉN G. GINZBURG<sup>1</sup>, JORGE M. ADÁMOLI<sup>1</sup> & LEONARDO GALETTO<sup>3</sup>

1. Grupo de Estudios de Sistemas Ecológicos en Ambientes Agrícolas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.
2. Cátedra de Botánica. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario. Campo Experimental José F. Villarino. Zavalla, Santa Fe, Argentina.
3. Cátedra de Diversidad Vegetal II. Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. CONICET. Córdoba, Argentina.

**RESUMEN.** El bosque de tres quebrachos en el SO de la Provincia de Chaco es un tipo de bosque poco estudiado y muy afectado por la expansión agropecuaria. Se estudió la composición, la estructura y el estado de conservación de la comunidad de plantas leñosas de los fragmentos remanentes. A partir de 60 parcelas distribuidas en 16 fragmentos (entre 5 y >1000 ha) se determinó la riqueza y la composición específica de la comunidad y el área basal y la densidad de cada una de las especies. Se detectaron 36 especies leñosas, todas ellas nativas, con un área basal de 24.73 m<sup>2</sup>/ha y una densidad de 13459 individuos/ha. Entre las especies del estrato superior se encontró una codominancia entre *Schinopsis balansae* y *Aspidosperma quebracho blanco*. Para evaluar el estado de conservación se compararon los resultados obtenidos con datos publicados para quebrachales en áreas protegidas de otras subregiones del Chaco argentino. Se encontró una notable similitud tanto en la riqueza como en los parámetros estructurales. El análisis de los tocones sugiere que la extracción selectiva no es de gran intensidad. Estas observaciones reflejarían un estado de conservación del bosque de tres quebrachos que resulta sorprendentemente bueno si se tiene en cuenta su alto grado de fragmentación.

[Palabras clave: Bosque Chaqueño, *Schinopsis*, diversidad vegetal, conservación en paisajes agrícolas]

**ABSTRACT.** Structure, composition and state of conservation of the woody-plant community of the "tres quebrachos" forests in the Subhumid Central Chaco: The "tres quebrachos" forests in the SW Province of Chaco was scantily studied and strongly affected by the advance of the agricultural frontier. We studied the composition, structure and state of conservation of the woody plant community in remnant fragments. We determined the species richness and the community composition, and basal area and density of each woody species sampling 60 plots distributed in 16 forest fragments (between 5 and >1000 ha). We detected 36 species (trees and shrubs), all of them native. Considering all species together, the mean basal area for all sites was of 24.73 m<sup>2</sup>/ha, and the density of 13459 individuals/ha. We found a codominance between *Schinopsis balansae* and

---

✉ Grupo de Estudios de Sistemas Ecológicos en Ambientes Agrícolas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Intendente Güiraldes 2160, 4° piso (39), Pabellón II, Ciudad Universitaria, (C1428EGA) Buenos Aires, Argentina  
sebast@ege.fcen.uba.ar

Recibido: 28 de septiembre de 2010; Fin de arbitraje: 21 de diciembre de 2010; Revisión recibida: 14 de enero de 2011; Aceptado: 16 de marzo de 2011

*Aspidosperma quebracho-blanco* among the species of the upper strata. The stump's analysis showed that selective extraction is limited and it does not imply a strong alteration of the forest structure. To assess the conservation status of these forests, results were compared with published data for other quebracho forests of protected areas from other subregions of the Argentine Chaco. We found a remarkable similarity in the richness and structural parameters of the community. Considering the severe fragmentation of "tres quebrachos" forests, our results reflect a surprisingly satisfactory state of conservation. It is necessary to design and implement management strategies to ensure the conservation of this environment.

[Keywords: : Chaco Forest, *Schinopsis*, plant diversity, conservation in agricultural landscapes]

## INTRODUCCIÓN

Entre las formaciones fisonómicas de la Región Chaqueña argentina se destacan distintos tipos de bosques caracterizados por la dominancia de especies de *Schinopsis* (Morello & Adámoli 1974; Prado 1993), como el quebracho colorado chaqueño (*S. balansae*) y el quebracho colorado santiagueño (*S. lorentzii*), característicos del Chaco Húmedo y del Semiárido, respectivamente. El área de distribución de estas dos especies se superpone en una franja con sentido SO-NE desde el SE de la Provincia de Santiago del Estero y NO de Santa Fe hacia el centro de Formosa. Sin embargo, su convivencia en sentido estricto es rara. En la Provincia de Chaco, la zona del "óptimo de convivencia" se reduce a una pequeña área en el centro y SO de la provincia (Morello & Adámoli 1974). La formación es denominada "bosque de tres quebrachos" por la presencia, además, del quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*).

Las primeras descripciones y revisiones posteriores en la escala regional sobre la vegetación del Chaco argentino identifican a este bosque, mencionando algunas de sus especies principales (Ragonese 1941; Ragonese & Castiglioni 1970; Morello & Adámoli 1974; Lewis & Pire 1981; Prado 1993; The Nature Conservancy et al. 2005). A diferencia de otros bosques del Chaco argentino como los quebrachales de *Schinopsis balansae* de la Cuña Boscosa santafesina (Lewis et al. 1997; Barberis et al. 1998; Barberis et al. 2002), los quebrachales de *S. lorentzii* en Santiago del Estero (López de Casenave et al. 1995; Tálamo 2006; Araujo et al. 2008), los bosques

más diversos del este de la región (Placci 1995; Maturo 2009), o los bosques del Chaco Serrano en Córdoba (e.g., Kurtz 1904; Zak & Cabido 2002; Galetto et al. 2007), este sistema ha recibido escasa atención.

En las primeras descripciones del bosque de tres quebrachos se destacaba el potencial agrícola de sus suelos y se alertaba sobre esta amenaza implícita para su conservación (Morello & Adámoli 1974; Lewis & Pire 1981). En la actualidad, estos bosques constituyen uno de los ecosistemas argentinos más afectados por la expansión agropecuaria. Se ubican en el Chaco Subhúmedo Central (The Nature Conservancy et al. 2005), que en 2002 presentaba 42% de su superficie transformada para uso agrícola (Ginzburg et al. 2007). En un estudio de mayor detalle, sobre un área de 70000 ha se registró para los últimos 50 años una fragmentación intensa, con una pérdida de 50% de su superficie (Torrella et al. 2007; Torrella datos no publicados). Además, este bosque no está representado en el sistema de áreas protegidas, y está distribuido exclusivamente en tierras privadas.

El objetivo general del trabajo es cuantificar aspectos estructurales, poblacionales y morfológicos de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos. En particular se propone (1) describir la composición y estructura de la comunidad, evaluando la importancia relativa de cada especie, (2) caracterizar la comunidad y las especies en términos de algunos atributos (presencia de espinas, persistencia del follaje, tipo de hoja y de fruto) y (3) analizar la estructura poblacional de las principales especies. Además, se evaluará el estado de

conservación de estos bosques mediante comparaciones con estudios realizados en quebrachales de otras subregiones del Chaco argentino, algunos de ellos en áreas protegidas, y de la evaluación de la magnitud de la tala selectiva, uno de los principales factores de disturbio en la región (The Nature Conservancy et al. 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

El área de estudio ocupa ~160000 ha en el sudoeste de la Provincia de Chaco (27°11' S, 61° 11' O), en torno a las localidades de Las Breñas, Charata y General Pinedo. El paisaje se caracteriza por la presencia de fragmentos remanentes de bosque de tres quebrachos en distintos estados de conservación inmersos en una matriz agrícola. Las precipitaciones se concentran en el verano, decreciendo de E a O de 850 a 700 mm/año, con una variabilidad interanual elevada. La temperatura media en los meses cálidos es 28 °C, y 13 °C en los fríos, con máximas y mínimas absolutas de 42 °C y -7.5 °C. El período libre de heladas varía entre 280 y 300 días/año (INTA EEA Las Breñas, comunicación pública).

### *Diseño del muestreo*

Se trabajó en 60 parcelas distribuidas en 16 fragmentos de bosque de diferentes tamaños, entre 5 y >1000 ha. En los fragmentos menores se realizaron entre 1 y 3 parcelas, entre 6 y 7 en los medianos, y entre 10 y 11 en los de mayor tamaño (ver Información suplementaria). Las parcelas se dispusieron alejadas al menos 50 m del borde de los fragmentos y distanciadas entre sí al menos por 50 m (más de 100 m en la mayoría de los casos); su ubicación y orientación fueron determinadas al azar entre las posibilidades que no alteraran estos requisitos. Por razones logísticas, en 5 de las parcelas (3 de un fragmento pequeño y 2 de uno grande) el muestreo de arbustos y renovales no pudo realizarse. El muestreo se realizó durante el año 2008. En la selección

de los fragmentos se buscó evitar aquellos con evidentes signos de explotación forestal intensiva (i.e., estrato superior muy abierto o sotobosques raleados con fines ganaderos). No fue posible encontrar fragmentos grandes (>400 ha) con estos requisitos, aunque se incluyeron dos de más de 500 ha a fin de incorporar esta variabilidad presente en el paisaje.

En cada parcela (4x100 m) se registraron todos los individuos leñosos con DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor o igual a 5 cm. Para cada individuo se registró la especie y el DAP. Para incluir a renovales y arbustos, dentro de cada una de estas parcelas se delimitó otra de 2x50 m donde, además, se registraron todos los tallos o ramas (ya que no siempre es posible distinguir individuos) leñosos con DAP menor a 5 cm y con DA10 (diámetro a 10 cm de altura) mayor o igual a 1 cm. Para cada tallo o rama se registró la especie y el DA10. Esta metodología de muestreo fue adaptada de Tálamo (2006) y Maturo (2009). También se midieron los diámetros de los tocones resultantes de la extracción selectiva. Los individuos que no pudieron ser identificados a campo fueron coleccionados e identificados en el herbario de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario.

Se estimó la completitud del listado de especies por medio de una curva rarefaccionada de acumulación de especies, y a través de los estimadores no paramétricos ACE (Abundance-based Coverage Estimator) y Chao 1, utilizando el programa Estimates 8.0.0 (Colwell 2006). Considerando en conjunto las 60 parcelas, se calculó para cada especie su área basal (m<sup>2</sup>/ha), su densidad (cantidad de individuos o tallos/ha) y su frecuencia (número de parcelas con presencia de la especie/número total de parcelas). A estos parámetros se los relativizó para obtener el Índice de valor de importancia (IVI) (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), según la fórmula 1. Este índice permite evaluar la importancia relativa de cada una de las especies en la comunidad donde  $AB_i$ = área basal de la especie i,  $AB_t$ =área basal total,  $D_i$ =densidad de la especie i,  $D_t$ =densidad total,  $F_i$ =frecuencia de la especie i,  $F_t$ =frecuencia total.

## Ecuación 1

$$IVI_t = 100 * \frac{AB_t + 100 * D_t + 100 * F_t}{AB_t + D_t + F_t}$$

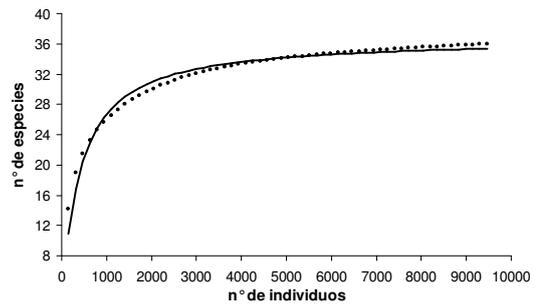
Se calculó el área basal ( $m^2/ha$ ) y la densidad [cantidad de individuos (o tallos)/ha] promedio para la comunidad. Estos parámetros y la riqueza de especies fueron comparados con resultados reportados para dos áreas protegidas en otras subregiones del Chaco: los bosques primarios del Parque Nacional Copo en el Chaco Semiárido (Tálamo 2006) y los quebrachales de la Reserva El Bagual (REB en adelante) en el Chaco Húmedo (Maturó 2009).

A partir de datos bibliográficos y observaciones de campo se caracterizó a las especies según estos atributos: presencia de espinas (o cualquier otra estructura funcionalmente similar), tipo de hoja (simple, compuesta, áfilo), tipo de fruto (seco, carnoso, subcarnoso), persistencia del follaje y hábito. Los valores encontrados fueron comparados con resultados reportados para los quebrachales de la REB.

## RESULTADOS

Se registró un total de 9458 individuos o tallos, correspondientes a 36 especies y 21 familias (ver información suplementaria en [www.ecologiaaustral.com.ar](http://www.ecologiaaustral.com.ar)). *Schinopsis heterophylla*, el híbrido entre ambos quebrachos colorados, fue considerada una entidad taxonómica independiente. La curva rarefaccionada de acumulación de especies mostró una forma asintótica (Figura 1), y los estimadores indicaron valores de completitud de 94.4% (ACE) y 92.3% (Chao1). Estos resultados indican que el esfuerzo de muestreo resultó satisfactorio para describir la composición específica de esta comunidad.

Las especies arbóreas con mayores valores de IVI fueron *Schinopsis balansae*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Prosopis kuntzei*, *Ziziphus mistol*, *Caesalpinia paraguariensis* y *Schinopsis*



**Figura 1.** Curva rarefaccionada de acumulación de especies leñosas (puntos) y función asintótica de Clench ajustada a la curva (línea negra).  $R^2=0.97205$ ;  $y=0.09782 x/(1+0.00266 x)$ .

**Figure 1.** Rarefaction curve of woody species (points) and Clench asymptotic function fitted to the curve (black line).  $R^2=0.97205$ ;  $y=0.09782 x/(1+0.00266 x)$ .

*lorentzii*. Sin embargo, por sus elevadas densidades y frecuencias relativas, tres especies arbustivas presentaron los mayores valores de IVI en la comunidad (*Achatocarpus praecox*, *Acacia praecox*, *Celtis pallida*) (ver Información suplementaria en [www.ecologiaaustral.com.ar](http://www.ecologiaaustral.com.ar)). Estas especies, junto con otras como *Capparis retusa* y *Coccoloba argentinensis*, le confieren a los bosques su característico estrato arbustivo muy cerrado, a menos que se los use para pastoreo de ganado (Observación personal).

Los valores promedio de área basal y densidad fueron  $24.7 m^2/ha$  y  $13459$  individuos/ha, respectivamente. La clase diamétrica inferior concentró a más de 90% de los individuos y superó al resto de las clases también en términos de área basal (Figura 2). El 70.3% de los individuos o tallos correspondió a especies con espinas, 79.1% a especies que pierden sus hojas (al menos parcialmente), 73% presentó hojas simples y 50% presentó frutos carnosos. No se advirtieron grandes diferencias entre la distribución por individuos y por especies para las distintas características (Figura 3).

La densidad en función del diámetro mostró una forma de "J" invertida, con un número alto de renovales (Figura 4). *Acacia praecox* mostró una densidad de individuos con  $DAP < 5$ , similar a la de las especies arbustivas

**Tabla 1.** Riqueza y estructura de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos (B3Q), los quebrachales de la Reserva El Bagual (REB) y los bosques primarios del Parque Nacional Copo. sd=sin datos.

**Table 1.** Woody plants Richness and community structure of the "tres quebrachos" forest (B3Q), the quebracho forest of Bagual Reserve (REB) and primary forests of Copo National Park. sd=no data.

	Copo	REB	B3Q
Riqueza de especies	31	34	36
Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	15.6-38	22.2	24.7
Densidad total (individuos/ha)	5550-12172	sd	13460
Densidad DAP>10cm (individuos/ha)	sd	640	440

más importantes, pero también valores altos de área basal en las clases intermedias (Figura 4); esto refleja que puede presentarse como arbusto y como árbol de pequeño porte. La densidad de tocones fue de 27.08 individuos/ha y ocuparon un área basal de 1.71 m<sup>2</sup>/ha, lo que representa 0.2% de la densidad y 6.9% del área basal de los individuos en pie. La clase diamétrica con más presencia de tocones fue la de 10-20 cm pero la mayor parte del área basal fue explicada por las dos clases superiores (Figura 5).

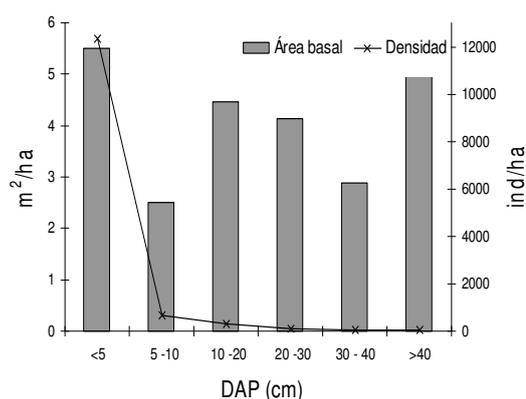
La riqueza no difirió notablemente de la de los quebrachales de la REB, y los bosques primarios de Copo (Tabla 1). Si bien hubo diferencias en los esfuerzos de muestreo (REB 500 m<sup>2</sup>, Copo 9600 m<sup>2</sup>) y en las superficies abarcadas (REB 3400 ha, Copo 114000 ha), en ambos casos se estimó un relevamiento de más de 90% de las especies presentes. El área basal encontrada resultó similar a la de REB y dentro del rango de valores de Copo. La densidad total de individuos resultó levemente superior a la de Copo (hay que considerar que en Copo se registraron individuos desde 0.5 cm de diámetro); y la densidad de individuos con DAP>10 cm resultó menor que la de REB (Tabla 1).

Las principales diferencias entre las características del bosque de tres quebrachos y los quebrachales del Chaco Húmedo

radican en que estos últimos muestran menor proporción de individuos con presencia de espinas (40%), con hojas compuestas (20%), de follaje deciduo (40%) y de frutos carnosos (40%). El bosque de tres quebrachos presentó una mayor proporción de individuos con características que podrían asociarse a condiciones xerofíticas, tales como presencia de espinas y follaje deciduo.

## DISCUSIÓN

Nuestro trabajo muestra que el estrato superior del bosque está codominado por *S. balansae*, y *A. quebracho-blanco*, a diferencia de la dominancia compartida entre *S. balansae*, *S. lorentzii* y *A. quebracho-blanco* descripta previamente para este mismo sistema (Morello & Adámoli 1974; Prado 1993; The Nature Conservancy et al. 2005). Esta discrepancia seguramente se deba a que mientras los trabajos citados cuentan con breves descripciones cualitativas del bosque, en el marco de estudios de escala regional este trabajo presenta una descripción mucho más detallada y permite por primera vez cuantificar la importancia relativa de cada una de las especies. En *S. lorentzii* es notable la diferencia entre el área basal aportada



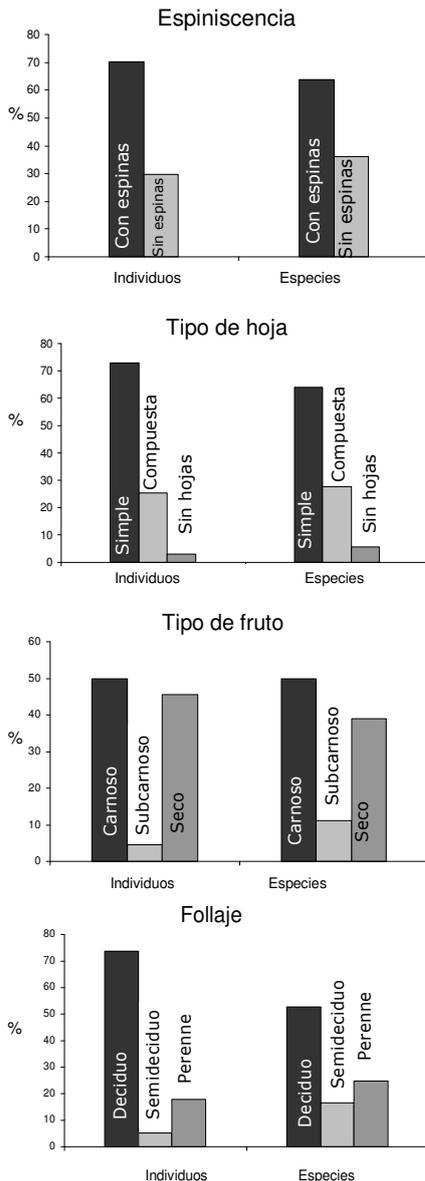
**Figura 2.** Estructura de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos considerando los datos de 60 parcelas distribuidas en 16 fragmentos de bosque.

**Figure 2.** Structure of woody plants community of "tres quebrachos" forest considering the data of 60 plots in 16 forest fragments.

por la clase superior y las intermedias (Figura 4), lo que podría reflejar que ha sido particularmente afectada por la tala. El hecho de que muchos de los individuos mayores

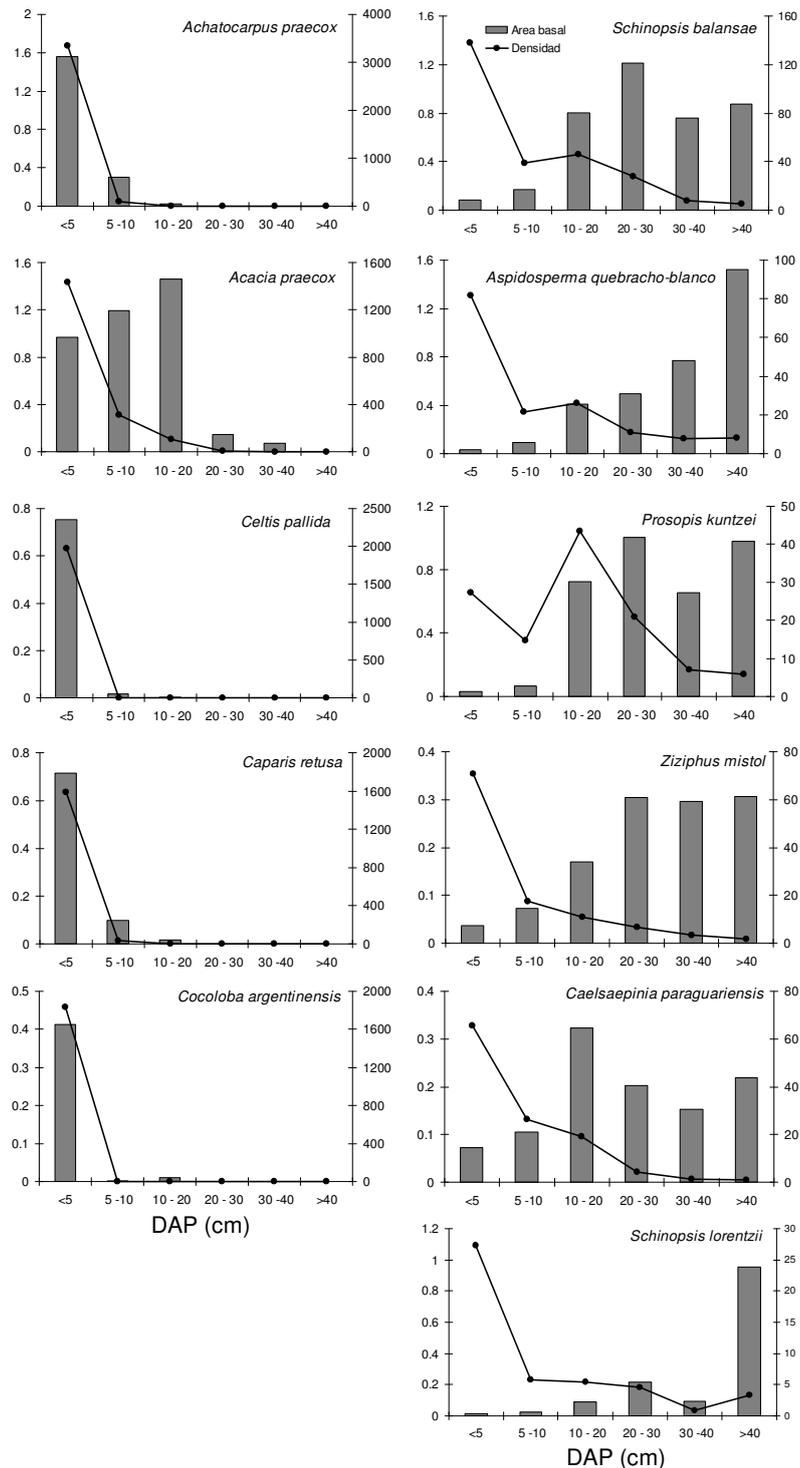
estén huecos (observación personal) apoyaría esta posibilidad. La estructura poblacional de las principales especies arbóreas indicaría que presentan buena regeneración a nivel de paisaje (Figura 4). La forma de la curva de *P. kuntzei* es característica de especies con establecimiento esporádico de renovales, típicamente en respuesta a la formación de claros, como podría ser el caso.

La fragmentación afecta parámetros estructurales, la composición, la riqueza y el área basal de otros bosques (ver Cagnolo et al. 2006; Echeverría et al. 2007). Sin embargo, estos estudios no muestran tendencias generales que permitan predecir cómo la fragmentación podría afectar este bosque en particular. La ausencia de áreas protegidas en la región impide evaluar de una manera adecuada su estado de conservación, ya que no se cuenta con parámetros de referencia para poder realizar comparaciones. Sin embargo, nuestros resultados sugieren que la riqueza y estructura de este bosque sería similar a la de los quebrachales de dos áreas que concentran un gran esfuerzo de conservación en el Chaco argentino tales como el Parque Nacional Copo y la REB. Brassiolo (2005) clasifica a los rodales del Chaco Semiárido en tres categorías de degradación creciente: monte alto o bosque aprovechable, monte bajo o bosque en regeneración, y monte degradado o bosque de mistol. La primera presenta en las clases diamétricas superiores ( $DAP > 30$ ) una densidad de unos 35 individuos/ha y un área basal de quebrachos (*Schinopsis lorentzii* y *Aspidosperma quebracho-blanco*) de  $7\text{m}^2/\text{ha}$ . En el presente relevamiento encontramos para el paisaje una densidad de 56 individuos/ha para esas clases diamétricas y un área basal de quebrachos (*S. lorentzii*, *S. balansae*, *S. heterophylla* y *Aspidosperma quebracho-blanco*) de  $9.08\text{m}^2/\text{ha}$ . Es decir, la densidad en las clases diamétricas superiores y el área basal de las especies del estrato superior (*S. balansae*, *S. lorentzii*, *S. heterophylla* y *A. quebracho-blanco*) se ubican por encima de los valores definidos para los rodales menos degradados en el Chaco Semiárido. Aun si se consideran las diferencias subregionales y las distintas escalas de análisis, esto refuerza la percepción del buen estado de conservación de este bosque.



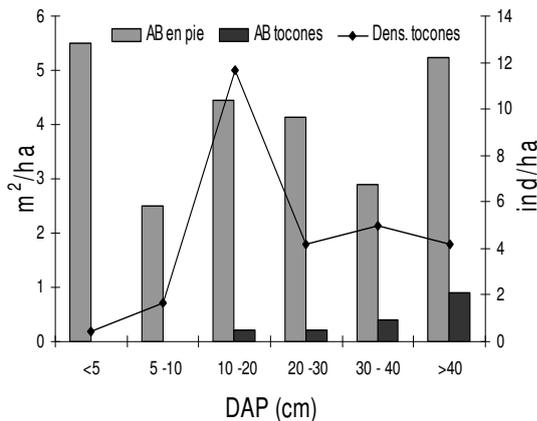
**Figura 3.** Distribución de algunas características de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos expresadas como porcentaje de individuos y de especies que las presentan.

**Figure 3.** Distribution of some characteristics of woody plants community of "tres quebrachos" forest expressed as a percentage of individuals and species that have.



**Figura 4.** Estructura poblacional de las principales especies arbustivas (izquierda) y arbóreas (derecha) del bosque de tres quebrachos según el índice de valor de importancia (IVI). El eje de la izquierda corresponde al área basal (m<sup>2</sup>/ha) y el de la derecha a la densidad (individuos/ha).

**Figure 4.** Population structure of the main shrub (left) and tree (right) species of “tres quebrachos” forest according to importance value index (IVI). The left axis corresponds to the basal area (m<sup>2</sup>/ha) and the right to density (individuals/ha).



**Figura 5.** Densidad y área basal (número de individuos/ha y  $m^2/ha$ , respectivamente) de tocones por clase diamétrica, comparados con los datos de área basal correspondientes a individuos en pie del bosque de tres quebrachos.

**Figure 5.** Density and basal area (number of individuals/ha and  $m^2/ha$ , respectively) of stumps by diameter class, compared with basal area data for standing woody plants in “tres quebrachos” forest.

Se destaca, además, que en el relevamiento no se registraron especies leñosas exóticas. Sólo en los bordes de algunos pocos fragmentos se observaron ejemplares de *Melia azedarach* (paraíso), especie exótica y potencialmente invasora.

El análisis de los tocones muestra que la extracción selectiva no tiene gran intensidad. La mayor parte de los individuos cortados corresponde a las clases entre 10 y 30 cm de DAP, que se las usa principalmente para postes. Sin embargo, en esas clases diamétricas, los tocones sólo representan 4% del total de individuos en pie. Es decir, el modo de uso del recurso en el tipo de fragmentos estudiados no implicaría una alteración fuerte de la estructura del bosque. El cambio de uso del suelo es una de las principales amenazas para la conservación a nivel mundial (Foley et al. 2005). Si se considera la intensidad del proceso de expansión agropecuaria en la zona de estudio, el conjunto de las observaciones presentadas en este trabajo indican que el bosque de tres quebrachos presenta

fragmentos remanentes con una composición y una estructura que indicarían un estado de conservación sorprendentemente bueno. Esto permite albergar expectativas de conservación a largo plazo de estos bosques, siempre que se implementen acciones en este sentido.

Este bosque no está incluido en ningún área protegida del país, y las posibilidades de implementación de nuevas áreas protegidas en la región son escasas. Es necesario pensar en estrategias de conservación que cuenten con la participación activa de los propietarios en cuyos campos que se encuentran los fragmentos remanentes. Se ha rescatado el alto valor para la conservación que tienen en algunos casos, incluso los fragmentos más pequeños de bosque (Turner & Corlett 1996; Arroyo-Rodriguez et al. 2009). Estas estrategias deberán resolver el desafío de compatibilizar la producción agropecuaria y la conservación de la biodiversidad y de los servicios ambientales, un enfoque cada vez más generalizado en todo el mundo, que aparece como una alternativa realista y viable para la conservación en grandes escalas (Tscharntke et al. 2005; Fischer et al. 2006; Vandermeer & Perfecto 2007; Roldán et al. 2010). Por ejemplo, tal como prevé la recientemente sancionada Ley 26331 (“Ley de Bosques Nativos”), el Estado podría compensar económicamente a los propietarios que decidan conservar el bosque, en lugar de realizar desmontes para producción agropecuaria. Los datos aquí presentados servirán como información de base para el diseño de nuevas estrategias de conservación.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a dos revisores anónimos por las sugerencias sobre versiones anteriores del manuscrito. A la familia Listello y a A. Langellotti que han colaborado con la logística de las campañas y el contacto con los productores. A los propietarios locales: Sres. Barzo, Eisenhauer, Melchor, Mayer, Escrepe, Lazo, Bois y Meyer. A O. Ingaramo, A. Slobodzian, R. Cáceres Díaz y J. Pektloff (INTA EEA Las Breñas). A P. Festa, L. Galletti y J. Bonanata que han colaborado

en las campañas. A la Fundación Williams & Williams que financió este trabajo. LG pertenece a la Carrera del investigador de CONICET.

## BIBLIOGRAFÍA

- ARAUJO, P; MC ITURRE; VH ACOSTA & RF RENOLFI. 2008. Estructura del Bosque de La María EEA INTA Santiago del Estero. *Quebracho* 16:5-19.
- ARROYO-RODRÍGUEZ, V; E PINEDA; F ESCOBAR & J BENÍTEZ-MALVIDO. 2009. Value of Small Patches in the Conservation of Plant-Species Diversity in Highly Fragmented Rainforest. *Conserv. Biol.* 23:729-739.
- BARBERIS, IM; EF PIRE & JP LEWIS. 1998. Spatial heterogeneity and woody species distribution in a *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) forest of the Southern Chaco, Argentina. *Rev. Biol. Trop.* 46:515-524.
- BARBERIS, IM; WB BATISTA; EF PIRE; JP LEWIS & RJC LEÓN. 2002. Woody population distribution and environmental heterogeneity in a Chaco forest, Argentina. *J. Veg. Sci.* 13:607-614.
- BRASSIOLO, M. 2005. Los bosques del chaco semiárido. *IDIA XXI* 8:23-28.
- 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.
- CHAO, A. 2004. Species richness estimation. En: Balakrishnan, N; CB Read & B Vidakovic (eds.). *Encyclopedia of Statistical Sciences*. Wiley, New York. USA.
- COLWELL, RK. 2006. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- ECHEVERRÍA, C; AC NEWTON & A LARA. 2007. Impacts of forest fragmentation on species composition and forest structure in the temperate landscape of southern Chile. *Global Ecol. Biogeogr.* 16:426-439.
- FISCHER, J; DB LINDENMAYER & A MANNING. 2006. Biodiversity, ecosystem function, and resilience: ten guiding principles for commodity production landscapes. *Front. Ecol. Environ.* 4:80-86.
- FOLEY, JA; R DEFRIES; GP ASNER; C BARFORD; G BONAN; ET AL. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309:570-574.
- GALETTO, L; R AGUILAR; M MUSICANTE; J ASTEGIANO; A FERRERAS; ET AL. 2007. Fragmentación de hábitat, riqueza de polinizadores, polinización y reproducción de plantas nativas en el Bosque Chaqueño de Córdoba, Argentina. *Ecol. Austral* 17:67-80.
- GINZBURG, RG; SA TORRELLA & JM ADÁMOLI. 2007. Cuantificación y análisis regional de la expansión agropecuaria en el Chaco Argentino. En: Pacha, MJ; S Luque; L Galetto & L Iverson (eds.). *Understanding biodiversity loss: an overview of forest fragmentation in South America*. IALE Landscape Research and Management papers. International Association of Landscape Ecology. ISSN:1570-6532.
- INTA EEA LAS BREÑAS. Información disponible en <http://www.inta.gov.ar/lasbrenas/info/meteor.htm> (último acceso: marzo de 2011).
- KURTZ, F. 1904. Flora. En: Río, M & L Achával (eds.). *Geografía de la Provincia de Córdoba* 1:270-343.
- LEWIS, JP & EF PIRE. 1981. Reseña sobre la vegetación del Chaco santafesino. *Serie Fitogeográfica* 18. INTA, Buenos Aires. Pp. 42.
- LEWIS, JP; EF PIRE & IM BARBERIS. 1997. Structure, physiognomy and floristic composition of a *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) forest in the Southern Chaco, Argentina. *Rev. Biol. Trop.* 45: 1013-1020.
- LOPEZ DE CASENAVE, J; JP PELOTTO & J PROTOMASTRO. 1995. Edge-interior differences in vegetation structure and composition in a Chaco semi-arid forest, Argentina. *For. Ecol. Manage.* 72:61-69.
- MATURO, HM. 2009. *Vegetación y posición fitogeográfica de la Reserva El Bagual, Formosa-Argentina*. Tesis de maestría en manejo y conservación de recursos naturales, Universidad Nacional de Rosario. Argentina.
- MORELLO, J & JM ADÁMOLI. 1974. Las Grandes Unidades de Vegetación y Ambiente del Chaco Argentino. Segunda parte: Vegetación y ambiente de la Provincia del Chaco. *Serie Fitogeográfica* 13. INTA, Buenos Aires. Pp. 130.
- MUELLER-DOMBOIS, D & H ELLENBERG. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York. USA. John Wiley & Sons. Pp. 547.
- PLACCI, LG. 1995. *Estructura y funcionamiento fenológico en relación a un gradiente hídrico en bosques del este de Formosa*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de La Plata. Argentina.
- PRADO, D. 1993. What is the Gran Chaco vegetation in South America? I. A Review. Contribution to the study of flora and vegetation of the Chaco. V. *Candollea* 48:145-172.
- RAGONESE, AE. 1941. La vegetación de la Provincia de Santa Fe (R.A.). *Darwiniana* 5:369-416.
- RAGONESE, AE & JA CASTIGLIONI. 1970. La vegetación del parque chaqueño. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 11(supl.):133-160.

- ROLDÁN, M; A CARMINATI; F BIGANZOLI & JM PARUELO. 2010. Las reservas privadas ¿son efectivas para conservar las propiedades de los ecosistemas? *Ecol. Austral* **20**:185-199.
- TÁLAMO, A. 2006. *Biodiversidad de plantas leñosas y disturbios humanos en el bosque chaqueño semiárido: efectos del aprovechamiento forestal*. Tesis de doctorado, Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- THE NATURE CONSERVANCY (TNC), FUNDACIÓN VIDA SILVESTRE ARGENTINA (FVSA), FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE DEL CHACO (DESDEL CHACO) & WILDLIFE CONSERVATION SOCIETY BOLIVIA (WCS). 2005. Evaluación Ecorregional del Gran Chaco Americano / Gran Chaco Americano Ecoregional Assessment. Fundación Vida Silvestre Argentina.
- TORRELLA, SA; RG GINZBURG & JM ADÁMOLI. 2007. Expansión agropecuaria en el Chaco Argentino: Amenazas para la conservación de la biodiversidad. En: Matteucci, SD (ed.). *Panorama de la ecología de paisajes en Argentina y países sudamericanos*. INTA-UNESCO, Buenos Aires. Pp. 53-63.
- TSCHARNITKE, T; AM KLEIN; A KRUESS; I STEFFAN-DEWENTER & C THIES. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecol. Lett.* **8**: 857-874.
- TURNER, IM & RT CORLETT. 1996. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. *Tree* **11**:330-333.
- VANDERMEER, J & I PERFECTO. 2007. The agricultural matrix and a future paradigm for conservation. *Conserv. Biol.* **21**:274-277.
- ZAK, MR & M CABIDO. 2002. Spatial patterns of the Chaco vegetation of central Argentina: Integration of remote sensing and phytosociology. *Appl. Veg. Sci.* **5**:213-226.

## INFORMACIÓN SUPLEMENTARIA

## SUPPLEMENTARY INFORMATION

Listado y descripción de los fragmentos de B3Q muestreados.

Fragmento	Superficie (ha)	No. de parcelas
1	5	1
2	7	1
3	9	3
4	9	3
5	9	1
6	11	1
7	17	1
8	17	1
9	19	1
10	27	1
11	54	6
12	96	7
13	125	6
14	205	6
15	>500	10
16	>1000	11

Especies y familias registradas en el estudio y sus características. Abreviaturas: Hábito: 1=arbóreo, 2=arbusivo; Follaje d=deciduo, s=semideciduo, p=perenne. Tipo de hoja: s=simples, c=compuestas, a=áfilo; Tipo de fruto: c=carnoso, s=seco, subc=subcarnoso; AB Rel.=área basal relativa (%); Dens. Rel.=densidad relativa (%); Frec. Rel.=frecuencia relativa (%); IVI=índice de valor de importancia.

\*como presenta hojas prontamente caducas, fue considerada áfila.

\*\*consideradas con frutos secos, aunque presentan semillas con arilos carnosos.

Especie	Familia	Hábito	Presencia de espinas	Follaje	Tipo de hoja	Tipo de fruto	AB Rel.	Dens. Rel.	Frec. Rel.	IVI
<i>Achatocarpus praecox</i>	Achatocarpaceae	2	si	d	s	c	7.6	25.6	6.8	40.1
<i>Acacia praecox</i>	Fabaceae	1.2	si	d	c	s	15.5	13.8	6.7	36.0
<i>Celtis pallida</i>	Celtidaceae	2	si	d	s	c	3.1	14.7	6.5	24.3
<i>Schinopsis balansae</i>	Anacardiaceae	1	si	s	s	s	15.8	2.0	5.0	22.7
<i>Capparis retusa</i> **	Capparaceae	2	no	p	s	s	3.3	12.0	6.6	22.0
<i>Coccoloba argentinensis</i>	Polygonaceae	2	no	d	s	s	1.7	13.6	6.0	21.3
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	Apocynaceae	1	si	p	s	s	13.4	1.2	6.2	20.8
<i>Prosopis kuntzei</i> *	Fabaceae	1	si	-	a	subc	14.0	0.9	5.5	20.3
<i>Ziziphus mistol</i>	Rhamnaceae	1	si	d	s	c	4.8	0.8	4.7	10.3
<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	Fabaceae	1	no	d	c	subc	4.3	0.9	4.5	9.7
<i>Schinopsis lorentzii</i>	Anacardiaceae	1	si	s	c	s	5.6	0.4	3.1	9.1
<i>Cordia americana</i>	Boraginaceae	1	no	d	s	c	3.0	2.2	3.1	8.3
<i>Porlieria microphylla</i>	Zygophyllaceae	2	si	d	c	s	0.3	2.5	5.2	8.0
<i>Capparis tzeediiana</i>	Capparaceae	2	no	p	s	c	0.8	3.2	4.0	8.0

## Información Suplementaria Continuación.

## Supplementary Information Continuation.

Especies y familias registradas en el estudio y sus características. Abreviaturas: Hábito: 1=arbóreo, 2=arbuscivo; Follaje d=deciduo, s=semideciduo, p=perenne. Tipo de hoja: s=simples, c=compuestas, a=áfilo; Tipo de fruto: c=carnoso, s=seco, subc=subcarnoso; AB Rel.=área basal relativa (%); Dens. Rel.=densidad relativa (%); Frec. Rel.=frecuencia relativa (%); IVI=índice de valor de importancia.

\*como presenta hojas prontamente caducas, fue considerada áfila.

\*\*consideradas con frutos secos, aunque presentan semillas con arilos carnosos.

Especie	Familia	Hábito	Presencia de espinas	Follaje	Tipo de hoja	Tipo de fruto	AB Rel.	Dens. Rel.	Frec. Rel.	IVI
<i>Schinus fasciculata</i>	Anacardiaceae	2	si	p	s	c	1.3	1.6	5.0	7.8
<i>Castela coccinea</i>	Simaroubaceae	2	si	d	s	c	0.3	0.8	3.5	4.6
<i>Solanum argentinum</i>	Solanaceae	2	no	d	s	c	0.1	0.8	2.2	3.2
<i>Maytenus spinosa**</i>	Celastraceae	2	si	d	s	s	0.1	0.5	2.2	2.8
<i>Cereusbesii</i>	Cactaceae	2	si	-	a	c	0.3	0.2	2.4	2.8
<i>Schinopsis heterophylla</i>	Anacardiaceae	1	si	s	s-c	s	1.8	0.05	0.9	2.8
<i>Jodina rhombifolia</i>	Santalaceae	1	si	p	s	c	0.2	0.2	2.0	2.4
<i>Prosopis alba</i>	Fabaceae	1	si	d	c	subc	0.9	0.1	1.0	1.9
<i>Acacia aroma</i>	Fabaceae	2	si	d	c	subc	0.1	0.4	1.0	1.5
<i>Banara umbraticola</i>	Flacourtiaceae	2	no	s	s	c	0.1	0.3	1.1	1.5
<i>Capparis speciosa</i>	Capparaceae	2	no	p	s	c	0.2	0.4	0.7	1.4
<i>Capparis atamisquea</i>	Capparaceae	2	no	p	s	c	0.2	0.2	0.7	1.1
<i>Schinus bumelioides</i>	Anacardiaceae	2	si	p	s	c	0.1	0.3	0.6	1.1
<i>Acanthosyris falcata</i>	Santalaceae	1	si	p	s	c	0.2	0.07	0.6	0.9
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	Sapotaceae	1	si	s	s	c	0.3	0.03	0.5	0.8
<i>Gochmatia argentina</i>	Asteraceae	2	no	d	s	s	0.03	0.3	0.4	0.7
<i>Aloysia sp.</i>	Verbenaceae	2	no	d	s	s	0.01	0.09	0.5	0.6
<i>Mimosa detinens</i>	Fabaceae	2	si	d	c	s	0	0.08	0.4	0.5
<i>Carica quercifolia</i>	Caricaceae	1	no	s	s	c	0.07	0.03	0.2	0.3
<i>Ceiba chodatii</i>	Bombacaceae	1	si	d	c	s	0.08	0	0.1	0.2
<i>Geoffroea decorticans</i>	Fabaceae	2	si	d	c	c	0	0.01	0.1	0.1
<i>Tabebuia heptaphylla</i>	Bignoniaceae	1	no	d	c	s	0	0	0	0.01