



Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina

Diversity, floristic composition and structure in the Chaco Serrano, Argentina

Patricia Hernández¹* y Ana María Giménez²

¹Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina.

²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. C.e.: amig@unse.edu.ar

*Autor de correspondencia. phernandez@unse.edu.ar

RESUMEN

Es esencial evaluar la biodiversidad forestal para conservar eficazmente y ordenar de forma sostenible los recursos forestales. Las políticas recientes en torno a la biodiversidad no responden solamente a la pérdida de especies biológicas sino también a su importante papel en el equilibrio ecológico del planeta. El objetivo del presente trabajo fue analizar la diversidad estructural y composición florística de un bosque del Chaco Serrano, en 16 parcelas con diseño de muestreo sistemático según dos niveles de altura y cuatro transectas principales. Se relevaron en los estratos arbóreo y arbustivo las variables especie, número de individuos y altura total. Se analizaron patrón de distribución horizontal y estructura vertical; se calcularon índices fitosociológicos, de diversidad y de importancia leñosa (IVIL) para determinar importancia ecológica de las especies por estrato. El bosque estudiado se encontró como una masa heterogénea en referencia a su composición florística. En el gradiente altitudinal no presentó diferencias significativas en cuanto a la diversidad florística, en el latitudinal sí. Al estrato arbustivo correspondieron 70% de las especies, el IVIL mostró mayores valores para tres arbustos: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apetala*, *Ruprechtia triflora*, seguidos por una especie arbórea: *Caesalpinia paraguarensis*. Los datos se ajustaron al modelo serie normal logarítmica que caracteriza comunidades grandes, estables, en equilibrio y se encuentran en un estadio sucesional intermedio.

PALABRAS CLAVE: biodiversidad, dinámica de bosques, sucesión forestal.

ABSTRACT

To effectively conserve and sustainably manage forest resources, it is essential to assess forest biodiversity. Recent policies on biodiversity do not only respond to the loss of biological species but also to its role in the ecological balance of the planet. The objective of this study was to analyze the structural diversity and floristic composition of a forest in Chaco Serrano. Forest biodiversity was analyzed in 16 plots in systematic sampling design in two height levels and four main transects. In tree and shrub strata, number of individuals and total height were monitored. Horizontal distribution patterns and vertical structure were analyzed; indexes of importance, of diversity and phyto-sociological were calculated in order to determinate the ecological importance of each strata. The studied forest is a homogeneous mass in reference to its floristic composition. In the altitudinal gradient, the studied forest did not show significant differences, however in latitudinal one did. Seventy percent of species corresponded to the shrub strata; the index of importance woody (IVIL) showed the highest values for three shrubs: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apetala* and *Ruprechtia triflora*; followed by an arboreal species: *Caesalpinia paraguarensis*. The data series were fitted to the lognormal model, which characterizes large, stable, and in equilibrium communities, in an intermediate successional stage.

KEYWORDS: biodiversity, forest dynamics, forest succession.

INTRODUCCIÓN

Es esencial evaluar la biodiversidad forestal para conservar eficazmente y ordenar de forma sostenible los recursos forestales (Newton y Kapos, 2003). Durante las últimas

décadas es notable el creciente interés por la conservación de la diversidad biológica como uno de los objetivos de la gestión forestal, puesto que los bosques son los ecosistemas de mayor diversidad. Las evaluaciones de biodiversi-

dad son necesarias para conseguir información en la que sustentar el proceso de adopción de decisiones relativas a su conservación en la política y la gestión forestal. Sin embargo, la evaluación de la biodiversidad forestal presenta una serie de problemas: en primer lugar, la complejidad de la biodiversidad obliga a recoger y expresar la información al respecto sobre la base de variables simplificadas, normalmente en la forma de indicadores; y en segundo término, habida cuenta que las decisiones relativas a los bosques se adoptan a diferentes niveles, los datos e indicadores sobre la biodiversidad deben ser agregados en los diferentes niveles a efectos de la tarea de supervisión y notificación (Noss, 1990).

La relevancia del análisis de estructura y composición florística es que su estudio permite comprender el estado ecológico y necesidades de manejo de un bosque para promover procesos y funciones naturales del ecosistema y mantener la diversidad, por tales motivos las características florísticas y estructurales revisten una importancia en la planificación del manejo y conservación de los recursos forestales (Méndez y Saenz, 1986).

En los bosques secos del Gran Chaco, el deterioro de los recursos naturales y de las condiciones de vida de la población, sugiere que la interacción bosque-ganadería y la economía ecológica del sistema son poco entendidas o no se las toma adecuadamente en cuenta (Prado, Biani y Vesprini, 2006). A este factor se le agrega que esta región es una de las pocas áreas del mundo en que la transición de los trópicos a las zonas templadas no consiste en un desierto sino en bosques semiáridos y sabanas (Morello, 1967; Morello y Adámoli, 1968), por lo que la evaluación de la biodiversidad y su conservación es un tema prioritario.

La composición florística de los bosques del Chaco Serrano, cambia con la latitud y la altitud a escala regional (Cabrera, 1976), así como con las características edáficas y la historia de disturbio a escala local. Esto determina que el sistema sea altamente heterogéneo y que haya variaciones importantes en la composición de especies en distancias muy cortas (Cabido, Carranza, Acosta y Páez, 1991; Suárez y Vischi, 1997; Cantero *et al.*, 2001; Gurvich, Enrico y Cingolani, 2005).

Estos estudios son la base para la elaboración de estrategias de conservación o restauración de los ecosistemas boscosos. Rykowski (2002) afirma que estas deben ser parte de un sistema general de protección de la naturaleza, que constituye un proceso continuo en la relación entre la población y la naturaleza.

Giménez, Hernández, Figueroa y Barrionuevo (2011) afirman que es imprescindible intensificar los estudios referidos a la diversidad de bosques en Argentina y en especial en los bosques de la ecorregión del Chaco, al mismo tiempo, mencionan a Adámoli *et al.* (1990) y Tálamo y Cazziani (2002), quienes afirman que el proceso acelerado de degradación es evidente en el reemplazo de la fisonomía boscosa original por arbustales con bajo potencial de uso.

OBJETIVOS

Analizar la diversidad estructural y composición florística de un bosque del Chaco Serrano, a través de tres objetivos específicos: a) definir la composición florística del bosque chaqueño serrano, b) interpretar su patrón de distribución espacial y estructura vertical y c) analizar la biodiversidad alfa con índices paramétricos y no paramétricos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en un bosque del Chaco Serrano de la provincia de Santiago del Estero, en Argentina, donde existen serranías localizadas en el Oeste, pertenecientes a la bajada de las Sierras Subandinas y, en la zona Sur, las que corresponden al extremo Norte de las Sierras Pampeanas. El Chaco Serrano representa 10% del Gran Chaco, un gran ecosistema que se extiende por aproximadamente 620 000 km². En esta subregión las precipitaciones varían entre 450 mm y 900 mm anuales, con temperaturas máximas absolutas que alcanzan los 50 °C en verano y temperaturas medias anuales de 22 °C, según lo mencionan Giménez y Moglia (2003). Su altitud no supera los 1800 m snm y está conformada por serranías y valles donde el pie de monte es una zona de transición de las últimas estribaciones de las serranías hacia la llanura chaqueña y tienen una gran afinidad florística con los sec-



tores más áridos de las ecorregiones de las Yungas y el Monte. La provincia de Santiago del Estero, posee tres zonas serranas: Sierras de Guasayán, Sierras de Sumampa y Ambargasta y Cerro Remate; en esta última zona se llevó a cabo el presente estudio (Fig. 1).

Cerro Remate se localiza en la zona con bosques de protección, por lo tanto pertenece a la Categoría I del Ordenamiento Territorial según Ley Provincial 6841/06. Las coordenadas geográficas del punto central del área de estudio son: 26° 11.538' S y 64° 27.585' O.

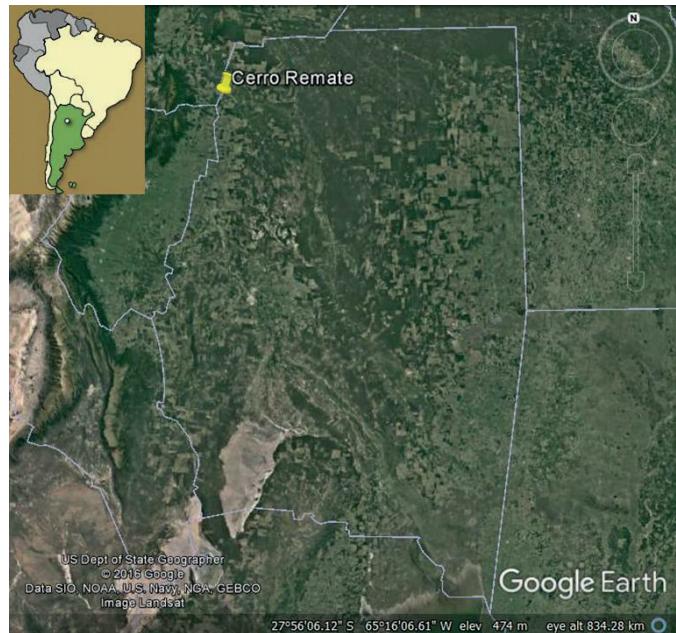


FIGURA 1. Mapa de ubicación de Cerro Remate, en la provincia de Santiago del Estero (Argentina).

La composición florística de las especies leñosas, árboles y arbustos, se determinó con base en recorridos por el área de estudio (2500 ha), los individuos se clasificaron a nivel de especie siguiendo la nomenclatura propuesta por Zuloaga y Morrone (2008). Para la caracterización del hábito se siguió la clasificación sugerida por Roic y Villaverde (2007).

El muestreo sistemático se realizó con 16 parcelas rectangulares de 10 m x 100 m distribuidas sobre 4 tran-

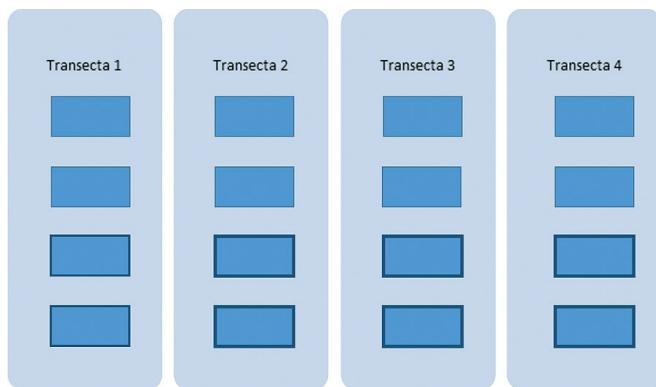


FIGURA 2. Distribución de las parcelas en transectas.

sectas distantes 1000 m entre sí (Fig. 2), la superficie total muestreada fue de 1.6 ha.

En cada parcela se registró el número de individuos por especie y se midió diámetro a 1.30 m con cinta diamétrica y altura total con Hipsómetro Blume Leiss. Con base en estas variables, se analizaron: estructura horizontal, estructura vertical y diversidad, mediante métodos paramétricos y no paramétricos.

Para la comprobación del tamaño de muestra se elaboraron curvas de acumulación de especies. Las curvas de especies por área han sido uno de los más antiguos y relevantes paradigmas en ecología y conservación (Mac Arthur y Wilson, 1967; Harte, Kingzig y Green, 1999; Harte, Smith y Storch, 2009, Borda-de-Água, Hubbell y McAllister, 2002), se asume que una vez que se alcanza una asíntota en el número de especies, el tamaño de muestra correspondiente es el área mínima de muestreo, que contiene una muestra representativa de la comunidad (Rosenzweig, 1995).

El patrón de distribución horizontal se analizó con base en la frecuencia y densidad de especies. La frecuencia mide la regularidad de la distribución horizontal de cada especie sobre el terreno, para determinarla se controla presencia o ausencia de las especies en cada parcela. La densidad es el número de individuos pertenecientes a una determinada especie referidos a una hectárea. La estructura del bosque se analiza mediante el Índice de Valor de Importancia Leñoso (IVIL) el cual se conformó para

ambos estratos: arbóreo y arbustivo, a fin de tener una visión más integrada del contexto ecológico de las especies. Este índice es una adaptación del Índice de Valor de Importancia (IVI) propuesto por Finol (1971) para analizar el estrato arbóreo, el cual se calcula con los valores de densidad, frecuencia y dominancia. El Índice de Valor de Importancia Leñoso (IVIL) se construye analizando el patrón de distribución horizontal mediante el Valor de Cobertura (VC). Este, a su vez, se obtiene con la sumatoria de frecuencia y densidad y los resultados de posición sociológica para ambos estratos de vegetación. Este índice se aplica para cada estrato (arbóreo y arbustivo) por separado y el resultado final se obtiene mediante la sumatoria de ambos valores.

La estructura vertical se analizó por niveles de altura en ambos estratos de vegetación. Se empleó para ello el índice de posición sociológica, el cual es una expresión de la expansión vertical de las especies (Ec. 1). Este índice informa sobre la composición florística de los distintos subestratos dentro del estrato arbóreo y sobre el papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986). Para su cálculo, se necesita el Valor Fitosociológico del subestrato (VF) que se obtiene con $VF = (n/N) * 100$; donde n = número de individuos del subestrato y N = número total de individuos.

$$PSa = VF(i) * n(i) + VF(m) * n(m) + VF(s) * n(s) \quad (1)$$

Donde:

PSa : Posición sociológica absoluta;
 VF : Valor fitosociológico del subestrato;
 n : número de individuos de cada especie;
 i : subestrato inferior;
 m : subestrato medio;
 s : subestrato superior

En la evaluación de la diversidad alfa se emplearon los índices de densidad de especies, Margalef y Menhinick; los índices basados en la abundancia relativa de especies Shannon Wiener, Simpson, Equitatividad y Berger-Parker; y los modelos de abundancia serie geométrica,

serie logarítmica, serie normal logarítmica y vara quebrada (Moreno, 2001; Magurran, 1989).

La importancia de aplicar estos índices reside en el hecho de que los índices de dominancia tienen en cuenta las especies que están mejor representadas o que dominan sin tener en cuenta las demás como el Índice de Simpson. Los índices de equidad tienen en cuenta la abundancia de cada especie y que tan uniformemente se encuentran distribuidas (Moreno, 2001).

En cuanto a los modelos de abundancia, estos son modelos matemáticos que describen de forma gráfica la relación entre la abundancia y las especies ordenadas de la más a la menos abundante, corresponden a las gráficas conocidas como de diversidad-dominancia (Magurran, 1989). Se emplea el PAST 3.05, el cual es un software libre para el análisis de datos científicos, con funciones de manipulación de datos, el trazado, estadísticas univariantes y multivariantes, análisis ecológico, series de tiempo y análisis espacial, morfometría y estratigrafía.

RESULTADOS

En el censo de especies leñosas realizado en toda el área de estudio fueron identificadas 63 especies leñosas agrupadas en 44 géneros y 23 familias taxonómicas. Las familias con mayor número de géneros presentes son Fabaceae (25.4%), Solanaceae (7.0%) y Anacardiaceae (6.4%) (Tabla 1).

Del total de las especies leñosas identificadas, 30% se definen como árboles; el restante 70% son arbustos o arbolitos, aproximadamente 19% se presentan en ambas formas. Es importante destacar el alto porcentaje de especies de bajo porte, es decir arbustos y arbolitos, que existe en el área de estudio.

La curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo (Fig. 3a) se estabiliza a partir de la parcela número 12, lo cual indica que el tamaño de muestra es suficiente. En tanto que en el estrato arbustivo la curva de acumulación de especies (Fig. 3b) se estabiliza a partir de las 10 parcelas, por lo tanto se infiere que el número de parcelas de la muestra es suficiente.



TABLA 1. Listado de especies leñosas censadas en el área de estudio.

| Nº | Nombre científico | Familia | Hábito |
|----|---|-----------------|--------------------|
| 1 | <i>Acacia aroma</i> | Fabaceae | Arbolito |
| 2 | <i>Acacia furcatispina</i> | Fabaceae | Arbusto o Arbolito |
| 3 | <i>Acacia praecox</i> | Fabaceae | Arbusto o Arbolito |
| 4 | <i>Acanthosyris falcata</i> | Santalaceae | Árbol |
| 5 | <i>Achatocarpus praecox</i> | Achatocarpaceae | Arbusto |
| 6 | <i>Allenrolfea patagónica</i> | Chenopodiaceae | Arbusto |
| 7 | <i>Allenrolfea vaginata</i> | Chenopodiaceae | Arbusto |
| 8 | <i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> | Apocynaceae | Árbol |
| 9 | <i>Bougainvillea campanulata</i> | Nictaginaceae | Arbusto o Arbolito |
| 10 | <i>Bulnesia bonariensis</i> | Zygophyllaceae | Arbusto o arbolito |
| 11 | <i>Bulnesia foliosa</i> | Zygophyllaceae | Arbusto |
| 12 | <i>Caesalpinia paraguarensis</i> | Fabaceae | Árbol |
| 13 | <i>Capparis atamisquea</i> | Capparaceae | Arbusto |
| 14 | <i>Capparis retusa</i> | Capparaceae | Arbusto |
| 15 | <i>Capparis salicifolia</i> | Capparaceae | Arbusto |
| 16 | <i>Capparis speciosa</i> | Capparaceae | Arbusto |
| 17 | <i>Capparis tweediana</i> | Capparaceae | Arbusto |
| 18 | <i>Capsicum chacoense</i> | Solanaceae | Arbusto |
| 19 | <i>Castella coccinea</i> | Simarubaceae | Arbusto o Arbolito |
| 20 | <i>Ceiba insignis</i> | Bombaceae | Árbol |
| 21 | <i>Celtis pallida</i> | Celtidaceae | Arbusto |
| 22 | <i>Celtis tala</i> | Celtidaceae | Árbol |
| 23 | <i>Cercidium praecox</i> | Fabaceae | Árbol |
| 24 | <i>Cestrum parqui</i> | Solanaceae | Arbusto |
| 25 | <i>Cnidoscolus vitifolius var. cnicodendron</i> | Euphorbiaceae | Arbusto |
| 26 | <i>Coccoloba cordata</i> | Polygonaceae | Arbusto o Arbolito |
| 27 | <i>Condalia microphylla</i> | Rhamnaceae | Arbusto |
| 28 | <i>Cyclolepis genistoides</i> | Asteraceae | Arbusto |
| 29 | <i>Geoffroea decorticans</i> | Fabaceae | Árbol |
| 30 | <i>Gochnativa palosanto</i> | Asteraceae | Arbusto |
| 31 | <i>Grabowskia duplicata</i> | Solanaceae | Arbusto |
| 32 | <i>Jatropha hieronymi</i> | Euphorbiaceae | Arbusto o Arbolito |
| 33 | <i>Jatropha macrocarpa</i> | Euphorbiaceae | Arbusto o Arbolito |
| 34 | <i>Jodina rhombifolia</i> | Santalaceae | Árbol |
| 35 | <i>Lippia turbinata</i> | Verbenaceae | Arbusto |

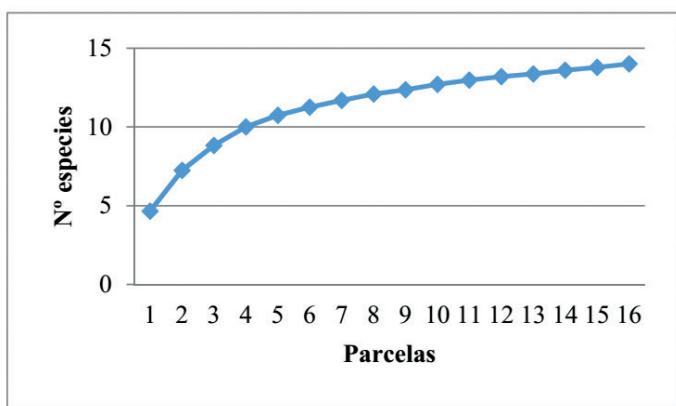
TABLA 1. Listado de especies leñosas censadas en el área de estudio. Continuación...

| Nº | Nombre científico | Familia | Hábito |
|----|----------------------------------|----------------|--------------------|
| 36 | <i>Loxopterygium grisebachii</i> | Anacardiaceae | Árbol |
| 37 | <i>Lycium cestroides</i> | Solanaceae | Arbusto |
| 38 | <i>Maytenus vitis-idaea</i> | Celastraceae | Arbusto o Arbolito |
| 39 | <i>Mimosa detinens</i> | Fabaceae | Arbusto |
| 40 | <i>Mimozyganthus carinatus</i> | Fabaceae | Arbusto |
| 41 | <i>Nicotiana glauca</i> | Solanaceae | Arbusto o Arbolito |
| 42 | <i>Phyllostylon rhamnoides</i> | Ulmaceae | Árbol |
| 43 | <i>Porlieria microphylla</i> | Zygophyllaceae | Arbusto |
| 44 | <i>Prosopis alba</i> | Fabaceae | Árbol |
| 45 | <i>Prosopis elata</i> | Fabaceae | Arbolito |
| 46 | <i>Prosopis nigra</i> | Fabaceae | Árbol |
| 47 | <i>Prosopis ruscifolia</i> | Fabaceae | Árbol |
| 48 | <i>Prosopis sericantha</i> | Fabaceae | Arbusto |
| 49 | <i>Prosopis torquata</i> | Fabaceae | Arbolito |
| 50 | <i>Prosopis vinalillo</i> | Fabaceae | Arbusto o arbolito |
| 51 | <i>Ruprechtia apetala</i> | Polygonaceae | Arbusto o arbolito |
| 52 | <i>Ruprechtia laxiflora</i> | Polygonaceae | Árbol |
| 53 | <i>Ruprechtia triflora</i> | Polygonaceae | Arbusto o Arbolito |
| 54 | <i>Schinopsis lorentzii</i> | Anacardiaceae | Árbol |
| 55 | <i>Schinopsis marginata</i> | Anacardiaceae | Árbol |
| 56 | <i>Schinus bumeloides</i> | Anacardiaceae | Arbusto o Arbolito |
| 57 | <i>Sesbania virgata</i> | Fabaceae | Arbusto |
| 58 | <i>Sideroxylon obtusifolium</i> | Sapotaceae | Árbol |
| 59 | <i>Tabebuia nodosa</i> | Bignoniaceae | Árbol |
| 60 | <i>Tecoma stans</i> | Bignoniaceae | Arbusto |
| 61 | <i>Vallesia glabra</i> | Apocynaceae | Arbusto o Arbolito |
| 62 | <i>Ximenia americana</i> | Olacaceae | Arbolito |
| 63 | <i>Ziziphus mistol</i> | Rhamnaceae | Árbol |

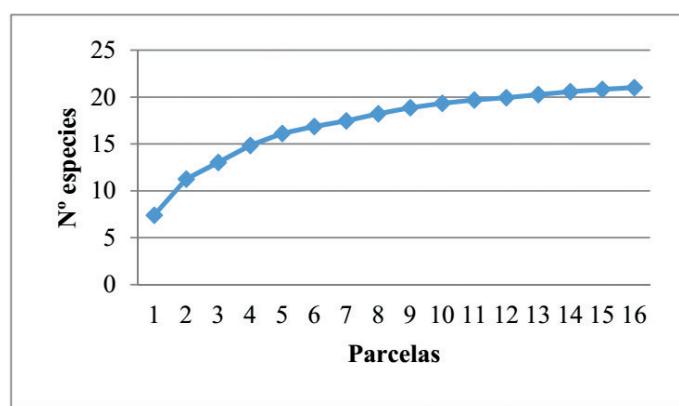
Los resultados del análisis de las especies localizadas en el muestreo, en cuanto a su estructura horizontal, como densidad y frecuencia, se muestran en la tabla 2. La especie más frecuente es *Caesalpinia paraguarensis* aunque no es abundante ($Dr = 0.81$), en segundo y tercer lugar se

posicionan *Ruprechtia apétala* y *Ruprechtia triflora*, que además tienen alta densidad ($Dr = 15.87$ y $Dr = 12.82$ respectivamente)

En el análisis de la estructura vertical se aplica el índice posición sociológica para el estrato arbóreo y



3a



3b

FIGURA 3. Curva de acumulación de especies para los estratos arbóreo (a) y arbustivo (b).

arbustivo (Tabla 2) y se define la relación de alturas totales para todos los individuos de ambos estratos, la cual ajusta a una regresión exponencial con $R^2 = 0.99$. En el estrato arbóreo el intervalo de alturas totales se encuentra entre un mínimo de 3.77 m y un máximo de 16 m; mientras que el límite superior del estrato arbustivo es de 9 m.

En la figura 4, los datos por debajo del límite inferior del estrato arbustivo pertenecen a los individuos de la regeneración de especies arbóreas.

El IVIL expresa la importancia ecológica de las especies, la mayor jerarquía es para tres arbustivas dominantes

y colonizadoras: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala* y *Ruprechtia triflora*; seguidas por las arbóreas propias del Chaco Serrano: *Caesalpinia paraguarensis* y *Schinopsis marginata*.

Los índices de abundancia proporcional se muestran en la tabla 3, calculados con datos de las especies arbóreas y arbustivas. Se observa que el índice de Shannon alcanza un valor de 2.65, como resultado del análisis de las 35 especies arbóreas y arbustivas incluidas en el muestreo. La riqueza de especies revelada por el índice de Margalef asciende a un valor de 4.2.

Los índices de equitatividad (J) y simpson (1-D) se mantienen cercanos a 1, lo cual indica que se conserva la diversidad y no hay dominancia de las especies, ya que ambos índices pueden tomar valores en un rango de 0 a 1. Este resultado se refuerza con el bajo valor obtenido para Berger-Parker, el cual también toma valores entre 0 y 1 (Tabla 3).

Luego se probaron los cuatro modelos de abundancia propuestos por Magurran (1989), obteniéndose las probabilidades de ajuste para cada uno de ellos. Estas probabilidades de ajuste se exponen en la tabla 4.

La probabilidad más alta se da para la serie normal logarítmica, por lo tanto se infiere que es la que tiene mayor ajuste a los datos analizados (Fig. 5).

Moreno (2001) explica que para el ajuste de este modelo (Fig. 5) las especies se agrupan en clases en fun-

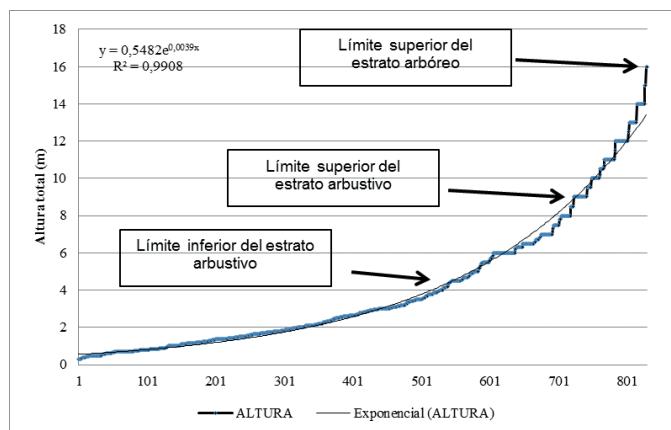


Figura 4. Alturas totales de las especies de los estratos arbóreo y arbustivo.

TABLA 2. Frecuencia absoluta (Fa) y relativa (Fr); densidad absoluta (Da) y relativa (Dr), valor de cobertura (VC); posición sociológica relativa (PSr); índice de valor de importancia leñoso.

| Especie | Hábito | Fa | Fr | Da | Dr | VC | PSr | IVIL | IVIL% |
|---|---------|------|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <i>Acacia praecox</i> | Arbusto | 1.00 | 6.28 | 630.21 | 19.40 | 25.68 | 40.33 | 66.01 | 16.50 |
| <i>Ruprechtia apetala</i> | Arbusto | 1.08 | 6.81 | 515.63 | 15.87 | 22.68 | 26.04 | 48.72 | 12.18 |
| <i>Ruprechtia triflora</i> | Arbusto | 1.08 | 6.81 | 416.67 | 12.82 | 19.63 | 13.68 | 33.31 | 8.33 |
| <i>Caesalpinia paraguarensis</i> | Árbol | 1.17 | 7.33 | 26.25 | 0.81 | 8.14 | 20.52 | 28.66 | 7.16 |
| <i>Schinopsis marginata</i> | Árbol | 0.75 | 4.71 | 30.63 | 0.94 | 5.65 | 18.38 | 24.03 | 6.01 |
| <i>Capparis retusa</i> | Arbusto | 0.92 | 5.76 | 291.67 | 8.98 | 14.74 | 7.08 | 21.82 | 5.45 |
| <i>Phyllostylon rhamnoides</i> | Árbol | 0.42 | 2.62 | 16.88 | 0.52 | 3.14 | 12.74 | 15.88 | 3.97 |
| <i>Ziziphus mistol</i> | Árbol | 0.75 | 4.71 | 13.75 | 0.42 | 5.14 | 10.15 | 15.28 | 3.82 |
| <i>Aspidosperma quebracho blanco</i> | Árbol | 0.67 | 4.19 | 16.88 | 0.52 | 4.71 | 10.15 | 14.85 | 3.71 |
| <i>Capparis tweediana</i> | Arbusto | 0.83 | 5.24 | 197.92 | 6.09 | 11.33 | 2.73 | 14.05 | 3.51 |
| <i>Achatocarpus praecox</i> | Arbusto | 0.67 | 4.19 | 187.50 | 5.77 | 9.96 | 2.72 | 12.68 | 3.17 |
| <i>Sideroxylon obtusifolium</i> | Árbol | 0.50 | 3.14 | 9.38 | 0.29 | 3.43 | 7.55 | 10.98 | 2.75 |
| <i>Bulnesia bonariensis</i> | Arbusto | 0.67 | 4.19 | 140.63 | 4.33 | 8.52 | 1.45 | 9.96 | 2.49 |
| <i>Schinopsis lorentzii</i> | Árbol | 0.50 | 3.14 | 10.63 | 0.33 | 3.47 | 5.41 | 8.88 | 2.22 |
| <i>Gochnatia palosanto</i> | Arbusto | 0.33 | 2.09 | 151.04 | 4.65 | 6.74 | 2.07 | 8.82 | 2.20 |
| <i>Porlieria microphylla</i> | Arbusto | 0.42 | 2.62 | 135.42 | 4.17 | 6.79 | 1.62 | 8.41 | 2.10 |
| <i>Ceiba insignis</i> | Árbol | 0.50 | 3.14 | 4.38 | 0.13 | 3.28 | 3.38 | 6.66 | 1.66 |
| <i>Prosopis ruscifolia</i> | Árbol | 0.25 | 1.57 | 5.63 | 0.17 | 1.74 | 4.06 | 5.80 | 1.45 |
| <i>Prosopis alba</i> | Árbol | 0.25 | 1.57 | 5.63 | 0.17 | 1.74 | 3.83 | 5.58 | 1.39 |
| <i>Mimosa detinens</i> | Arbusto | 0.42 | 2.62 | 72.92 | 2.24 | 4.86 | 0.49 | 5.36 | 1.34 |
| <i>Celtis pallida</i> | Arbusto | 0.33 | 2.09 | 67.71 | 2.08 | 4.18 | 0.45 | 4.63 | 1.16 |
| <i>Capparis speciosa</i> | Arbusto | 0.42 | 2.62 | 36.46 | 1.12 | 3.74 | 0.12 | 3.86 | 0.97 |
| <i>Castella coccinea</i> | Arbusto | 0.25 | 1.57 | 62.50 | 1.92 | 3.49 | 0.27 | 3.76 | 0.94 |
| <i>Maytenus vitis ideae</i> | Arbusto | 0.25 | 1.57 | 41.67 | 1.28 | 2.85 | 0.24 | 3.10 | 0.77 |
| <i>Jatropha hieronymi</i> | Arbusto | 0.33 | 2.09 | 20.83 | 0.64 | 2.74 | 0.06 | 2.79 | 0.70 |
| <i>Sesbania virgata</i> | Arbusto | 0.17 | 1.05 | 41.67 | 1.28 | 2.33 | 0.31 | 2.64 | 0.66 |
| <i>Schinus molle</i> | Arbusto | 0.08 | 0.52 | 52.08 | 1.60 | 2.13 | 0.24 | 2.36 | 0.59 |
| <i>Prosopis torcuata</i> | Árbol | 0.08 | 0.52 | 1.88 | 0.06 | 0.58 | 1.69 | 2.27 | 0.57 |
| <i>Tabebuia nodosa</i> | Árbol | 0.17 | 1.05 | 1.25 | 0.04 | 1.09 | 1.13 | 2.21 | 0.55 |
| <i>Cnidoscolus vitifolius var. cnicodendron</i> | Arbusto | 0.25 | 1.57 | 15.63 | 0.48 | 2.05 | 0.02 | 2.07 | 0.52 |
| <i>Prosopis elata</i> | Árbol | 0.08 | 0.52 | 1.25 | 0.04 | 0.56 | 0.68 | 1.24 | 0.31 |
| <i>Cercidium praecox</i> | Árbol | 0.08 | 0.52 | 0.63 | 0.02 | 0.54 | 0.34 | 0.88 | 0.22 |
| <i>Acacia aroma</i> | Arbusto | 0.08 | 0.52 | 10.42 | 0.32 | 0.84 | 0.03 | 0.88 | 0.22 |
| <i>Ximenia americana</i> | Arbusto | 0.08 | 0.52 | 10.42 | 0.32 | 0.84 | 0.02 | 0.86 | 0.22 |
| <i>Capparis salicifolia</i> | Arbusto | 0.08 | 0.52 | 5.21 | 0.16 | 0.68 | 0.01 | 0.69 | 0.17 |



TABLA 3. Índices de diversidad alfa.

| Índice | Total |
|-----------------|--------|
| Taxa_S | 35 |
| Individuos | 3252 |
| Dominancia_D | 0.1024 |
| Simpson_I-D | 0.8976 |
| Shannon_H | 2.651 |
| Margalef | 4.204 |
| Equitatividad_J | 0.7457 |
| Berger-Parker | 0.1937 |

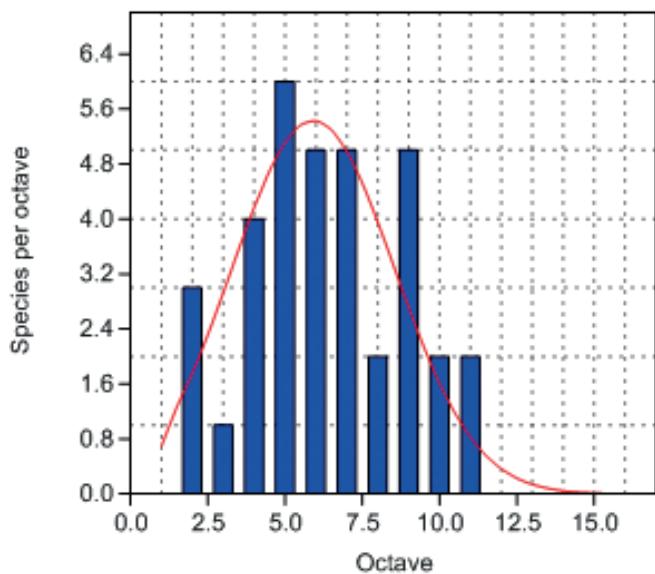


FIGURA 5. Modelo de abundancia serie normal logarítmica.

ción de sus abundancias, en este caso se utiliza el Log2 (octavas u *octave* en idioma inglés).

DISCUSIÓN

Los resultados muestran que las tres especies más importantes en el área de estudio, desde el punto de vista ecológico son *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora*, en cuarto orden de jerarquía se ubica *Caesalpinia paraguarensis*. Aunque esta especie arbórea no es mencionada por Cabrera (1976) en la comunidad clímax del Chaco Serrano, (la cual afirma que está dominada por *Schinopsis marginata*, acompañada por *Lithraea ternifolia*, *Fagara coco*, *Acacia visco*, *Acacia caven*, *Prosopis torcuata*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinus areira*, *Jodina rombifolia*, *Ruprechtia apétala* y *Ceiba insignis*), y asevera que en el estrato arbustivo reaparecen varias especies de los otros distritos y otro tanto ocurre con las hierbas. En el censo de especies leñosas realizado en Cerro El Remate, no se localizaron la totalidad de las especies mencionadas por este autor.

Giorgis *et al.* (2011) afirman que en el Chaco Serrano, en la provincia de Córdoba, la familia Fabaceae está entre las tres más representadas y también se ha mencionado a esta familia como la más representada en la región del Chaco o ecorregión del Chaco en general (Giménez y Hernández, 2008). Pineda-García, Arredondo-Amezcuá e Ibarra Manríquez (2007) mencionan que la familia Fabaceae es la más rica en especies en localidades paleotropicales. El género *Prosopis* es mencionado como el género más representado en la Región del Chaco (Giménez *et al.*, 2011; Hernández y Giménez, 2009). Los resultados obtenidos en el presente estudio coinciden con estos autores.

TABLA 4. Modelos de abundancia para el estrato leñoso.

| Modelo de Abundancia | p (0.05) | chi ² | k | alpha | x | Media | Varianza | Significancia |
|---------------------------------------|-----------|------------------|--------|-------|-------|-------|----------|---------------|
| Serie geométrica | 2.95E-19 | 202 | 0.0851 | | | | | no ajustan |
| Serie logarítmica | 4.68E-20 | 197.6 | | 11.08 | 0.996 | | | no ajustan |
| Vara quebrada (<i>Broken stick</i>) | 1.95E-143 | 867 | | | | | | no ajustan |
| Serie normal logarítmica | 0.585 | 3.75 | | | | 1.714 | 0.6249 | ajustan |

Los valores de equitatividad y la inversa de Simpson cercanos a 1, indican que se mantiene la diversidad y no hay dominancia de las especies. Lo cual coincide con los resultados obtenidos por Hernández y Giménez (2009) y Varela, Rossi de Ceballos, Sidán y Perera (2002), quienes proporcionan valiosa información sobre la composición florística del área de estudio del presente trabajo.

En cuanto a los modelos de abundancia, el mejor ajuste lo proporciona el modelo de serie normal logarítmica. Según Moreno (2001), este modelo caracteriza comunidades grandes, estables y en equilibrio, donde todas las especies crecen exponencialmente y responden independientemente a diferentes factores. Ruiz y Fandiño (2009) afirman que la serie normal logarítmica sugiere que el bosque se encuentra efectivamente en buen estado.

De igual manera, Hill y Hamer (1998) proponen que las comunidades que no presentan ningún nivel de disturbio, se ajustan a este modelo y se considera que se encuentran en un estadio sucesional intermedio entre las etapas pioneras y tardías.

Prado *et al.* (2006) afirman que aunque se incrementan los conocimientos florísticos, de diversidad y dinámica, estos son aún fragmentarios y demasiado concentrados regionalmente. Y continúa instando al desarrollo de conocimientos sobre otras comunidades boscosas chaqueñas.

CONCLUSIONES

- El bosque serrano estudiado es una masa heterogénea en referencia a su composición florística.
- La familia Fabaceae es la más rica en especies leñosas (árboles y arbustos).
- Del total de especies, 70% corresponde al estrato arbustivo.
- Las especies con mayor densidad son las arbustivas, sin embargo *Caesalpinia paraguarensis* es la más frecuente seguida por una arbustiva, *Ruprechtia triflora*.
- IVIL muestra que las especies de mayor importancia ecológica son: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora* y *Caesalpinia paraguarensis*.

- Las especies leñosas (árboles y arbustos) ajustan al modelo serie normal logarítmica que caracteriza comunidades grandes, estables y en equilibrio, sugiere que el bosque se encuentra en buen estado. Esto está reforzado por los resultados de los índices de abundancia de especies que indican que se conserva la diversidad en el sitio.
- El Chaco Serrano como unidad fitogeográfica es importante para la conservación de la flora y el aislamiento de Cerro Remate, hoy acentuado por causas antrópicas, amenaza la perpetuidad de su flora demandando esfuerzos en favor de su conservación.

REFERENCIAS

Adámoli, J., Sennhauser, E., Acero, J. y Rescia, A. (1990). Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentin". *Journal of Biogeography*, 17, 491-500.

Borda-de-Agua, L., Hubbell, S. P. y McAllister, M. (2002). Species-area curves, diversity indices, and species abundance distributions: A multifractal analysis. *The American Naturalist*, 159, 138-155.

Cabido, C., Carranza, M. L., Acosta, A. y Páez, S. (1991). Contribución al conocimiento fitosociológico del Bosque Chaqueño Serrano en la provincia de Córdoba, Argentina. *Phytocoenología*, 19, 547-566.

Cabrera, A. L. (1976). *Regiones Fitogeográficas Argentinas* (2a ed.). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Buenos Aires, Argentina: ACME S.A.C.I.

Cantero, J. J., Cabido, M., Núñez, C., Petryna, L., Zak, M. y Zobel, M. (2001). Clasificación de los pastizales de suelos sobre rocas metamórficas de las Sierras de Córdoba, Argentina. *Kurtziana* 29, 27-77.

Finol U., H. (1971). Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana*, 14 (21), 29-42.

Giménez, A. M. y Hernández, P. (2008). Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco Argentino. Vegetación del Chaco semiárido, Provincia de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina: Agencia Nacional de Promoción Científica.



Giménez, A. M. y Moglia, J. G. (2003). Árboles del Chaco Argentino. Guía Para El Reconocimiento Dendrológico. Santiago del Estero, Argentina: Editorial Secretaría de Recursos Naturales de La Nación.

Giménez, A. M., Hernández, P., Figueroa, M. E. y Barriónuevo, I. (2011). Diversidad del estrato arbóreo en los bosques del Chaco Semiárido. *Quebracho*, 19 (1), 24-37.

Giorgis, M., Cingolani, A., Chiarini, F., Chiapella, J., Barboza, G., Ariza-Espinhar, L., Morero, R., Gurvich, D., Tecco, P., Subils, R. y Cabido, M. (2011). Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana*, 36 (1), 9-43.

Gurvich, D. E., Enrico, L. y Cingolani, A. M. (2005). Linking plant functional traits with post-fire sprouting vigour in woody species in central Argentina. *Austral Ecology*, 30, 789-796.

Harte, J., Kinzig, A. y Green, J. (1999). Self-Similarity in the distribution and abundance of species. *Science*, 284, 334-336.

Harte, J., Smith, A. B. y Storch, D. (2009). Biodiversity scales from plots to biomes with a universal species-area curve. *Ecology Letters*, 12, 789-797.

Hernández, P. y Giménez, A. M. (2009). Biodiversidad vegetal en un ecotono de Santiago del Estero: Cerro El Remate. *Vivir en la Tierra*, 16, 42-52.

Hill, J. K. y Hamer, K. C. (1998). Using species abundance models as indicators of habitat disturbance in tropical forests. *Journal Applied Ecology*, 35, 458-460.

Hosokawa, R. T. (1986). Manejo e economía de florestas. Roma: FAO.

Mac Arthur, R. y Wilson, E.O. (1967). The theory of island biogeography. Princeton, Nueva Jersey, EEUU: Princeton University Press.

Magurran, A. E. (1989). Diversidad ecológica y su medición. Barcelona, España: Ediciones Vedita.

Méndez, J. A. y Sáenz, L. (1986). *Estructura y composición de dos comunidades arbóreas de la parte noreste de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica*. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica.

Morello, J. (1967). Bases para el estudio fitoecológico de los grandes espacios (el Chaco argentino). *Ciencia e Investigación*, 23 (6), 252-267.

Morello, J. y Adámoli, J. (1968). Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Primera parte: Objetivos y Metodología. Serie Fitogeográfica N° 10. INTA, Buenos Aires, Argentina.

Moreno, C. (2001). Métodos para medir biodiversidad. Manuales y Tesis SEA, vol. 1. México: CYTED-OR.

Newton, A. C. y Kapos, V. (2003). Indicadores de la biodiversidad en los inventarios forestales nacionales. *Unasylva*, 53, 56-64.

Noss, R. F. (1990). Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conservation Biology*, 4 (4), 355-364.

Pineda-García, F., Arredondo-Amezcu, L. e Ibarra-Manríquez, G. (2007). Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista mexicana de biodiversidad*, 78 (1), 129-139. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532007000100013&lng=es&ctlng=es

Prado, D., Biani, N., B. y Vesprini, J. L. (2006). Conocimiento sobre el gran Chaco Argentino en el siglo XX. Argentina: Universidad Nacional del Litoral. Recuperado de: http://www.researchgate.net/publication/228851115_Conocimiento_sobre_el_gran_Chaco_Argentino_en_el_siglo_XX/file/5046351ee8c1b470bf.pdf

Roic, L. y Villaverde, A. (2007). *Flora Popular Santiagueña*. Santiago del Estero, Argentina: Universidad Nacional de Santiago del Estero.

Rosenzweig, M. L. (1995). Species diversity in space and time. Cambridge, Cambridgeshire, Reino Unido: Universidad de Cambridge.

Ruiz, J. y Fandiño, M. C. (2009). Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe suroccidental. *Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 33 (126), 5-15.

Rykowski, K. (2002). La conservación de la diversidad biológica como elemento de la gestión forestal sostenible: normas y práctica en Polonia. *Unasylva*, 53 (2), 16-24.

Suárez, S. y Vischi, N. (1997). Caracterización fisonómico-estructural de la vegetación serrana (Alpa Corral-Córdoba-Argentina). *Multequina*, 6: 21-32.

Tálamo, A. y Cazziani, S. (2002). Variation in woody vegetation among sites with different disturbance histories in the Argentine Chaco. *Forest Ecology and Management*, 184, 79-92.

Varela, O., Rossi de Ceballos, E., Sidán, M. y Perera, T. (2002). Estructura, diversidad y relaciones florísticas de un bosque chaqueño serrano de Argentina. Contribución al estudio de la flora de la vegetación del Chaco. *Conservatoire et jardin Botaniques de Genève*, 57 (2), 239-249. Recuperado de: http://www.ville-ge.ch/cjb/publications/cando572/C572_239-249.pdf

Zuloaga, F. O. y Morrone, O. (2008). Catálogo de las plantas vasculares de la Argentina II. Argentina: Instituto de Botánica Darwinion. Recuperado de: <http://www2.darwin.edu.ar/Publicaciones/CatalogoVascII/CatalogoVascII.asp>

Manuscrito recibido el 17 de marzo de 2015.
Aceptado el 18 de octubre de 2016.

Este documento se debe citar como:
Hernández, P. y Giménez, A. M. (2016). Diversidad, composición florística y estructura en el Chaco Serrano, Argentina. *Madera y Bosques* 22(3), 37-48.