

Los bosques del Chaco Serrano Santiagueño

Propuesta metodológica

Hernández, P.¹ y A. M. Giménez²



Introducción

La eco-región del Gran Chaco abarca 600.000 km², ocupa el 22 % de la superficie continental de Argentina, su gran amplitud y heterogeneidad interna genera dos grandes subregiones: Chaco Seco y Chaco Húmedo.

El Chaco Seco, ubicado en el lado occidente de la región, es en su mayor parte una vasta llanura sedimentaria, modelada esencialmente por la acción de los ríos que la atraviesan en sentido noroeste-sudeste. Según sus condiciones climáticas en el Chaco Seco se pueden distinguir tres subregiones: **Chaco Semiárido, Chaco Serrano y Chaco Árido.** (Torrela y Adámoli, 2005).

En los faldeos de las sierras Pampeanas y Subandinas, que se extienden desde el sur de Bolivia hasta el centro de Argentina, se desarrolla uno de los ecosistemas montanos más importantes de Sudamérica, denominado como Distrito Chaqueño Serrano por Cabrera (1976) y Parque Chaqueño Serrano por Ragonese y Castiglioni (1970). La vegetación característica de este Distrito es un bosque xerófilo a subxerófilo dominado por *Schinopsis marginata* Engl. y *Litbraea molleoides* (Vell.) Engl. La composición florística de este bosque cambia con la latitud y la altitud a escala regional (Cabrera, 1976) y con las características edáficas y la historia de disturbio a escala local (Giorgis *et al.*, 2011). Esto determina que el sistema sea altamente heterogéneo y que haya variaciones importantes en la composición de especies en distancias muy cortas

¹ Dra. Ing. Ftal. Docente de Dasometría, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero. Argentina. E-mail: phernandez@unse.edu.ar

² Dra. Ing. Ftal, Profesora Titular de la Cátedra de Dendrología, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero. Argentina. E-mail: amig@unse.edu.ar

Chaco Serrano: geografía y geología

En la provincia de Santiago del Estero 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 está conformado 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 sectores más áridos de las Yungas. La provincia posee tres zonas serranas: Sierras de Guasayán, Sierras de Sumampa - Ambargasta y Cerro Remate.

En el informe elaborado por la Red Agroforestal Chaco realizado en el año 1999 para la Secretaría de Ambiente y Desarrollo, se delimita la superficie de las Subregiones del Gran Chaco basándose en el análisis realizado por el INTA (1982). De acuerdo a estos datos el Chaco Serrano ocupa un 9,57 % del total de la superficie del Gran Chaco. Este tipo de ecosistema se encuentra en las provincias de Córdoba, Catamarca y San Luis. Al ser sus características diferentes del Chaco Serrano de las provincias de Santiago del Estero, Tucumán y Salta, se denomina Chaco Serrano sur al primero de ellos y Chaco Serrano norte al segundo.

De norte a sur esta formación vegetal se vuelve más evidente en las provincias Córdoba, San Luis, San Juan y Santiago del Estero dado que en ellas el bosque es más biodiverso y más próximo a una selva, más allá de sus componentes claramente de origen chaqueño que lo emparentan con esa gran formación biogeográfica.

En el bosque serrano está presente el horco-quebracho (*Schinopsis marginata*), junto con el molle de beber (*Lithraea molleoides*), especialmente en el sur y gran cantidad de especies de las familias Cactaceae y Fabaceae espinosas, en el norte. En el estrato arbustivo y herbáceo aparecen varias especies de otros distritos biogeográficos. A mayor altitud, el bosque es reemplazado por pastizales o estepas gramíneas con predominio de especies de los géneros *Stipa* y *Festuca*. El mismo juega, posiblemente, un rol importante en la conectividad norte-sur entre los distintos sectores de Yungas (Torrela y Adámoli, 2005).

Las zonas serranas de Santiago del Estero son caracterizadas por la Secretaría de Minería de la Nación, considerando diferentes aspectos:

1. Las **Sierras de Guasayán** se encuentran ubicadas en el oeste de la provincia de Santiago del Estero, en los departamentos de Guasayán y Choya; tienen una altura máxima sobre el nivel del mar de 630 m, una extensión de 100 km de largo y 10-30 km de ancho. Estas sierras poseen un clima benigno debido al agua de manantiales que forma arroyos en las quebradas, el microclima también es consecuencia de la intercepción de los vientos húmedos del Este, donde las laderas son más abruptas.
2. Las **Sierras de Sumampa-Ambargasta**, de acuerdo a la relación geomorfológica estructural, pertenecen al sistema de las Sierras Pampeanas o Subandinas. Constituyen el apéndice Norte de las Sierras de la provincia de Córdoba, de las cuales, particularmente con la Sierra Norte de Córdoba o Sierra de San Pedro, son una continuidad orográfica y geológica. Se localizan en el sur

de la provincia, en los departamentos Quebrachos y Ojo de Agua ocupando una superficie aproximada de 4.200 km²; a lo largo de más de 100 km y con un ancho variable.

3. El **Cerro Remate** se ubica al noroeste de la provincia de Santiago del Estero. Probablemente este cerro sea consecuencia de las últimas y muy recientes manifestaciones de la tectónica andina terciaria, que se prolonga hasta nuestros días. Tiene 500 a 600 m de altura sobre el nivel del mar y de 7 km de longitud. Está constituido en su parte principal por: cuarcitas córneas, de color blanco a rojo, de edad presumiblemente Devónica; cuarcitas blancas y abigarradas, esquistosas; calizas oolíticas con margas arcillosas, con intercalaciones de yeso. Las arcillas son de color gris a verde, predominando este último, por sus características y posición, deben pertenecer al Mioceno (Mon y Urdaneta, 1972).
4. **Cerro Cantero**, la bibliografía escasamente menciona su pertenencia a la provincia de Santiago del Estero, sus límites indican que una porción integra a la misma y otra a la provincia de Salta. Ello se puede verificar en el mapa de zonificación de la provincia de Santiago del Estero según Ley Provincial N° 6841/06. Las coordenadas del punto central son 26°3'24.43"S y 64°26'31.88"O, a 10 km al N del Cerro Remate, quedando así ambos cerros entre los ríos Horcones y Urueña. Estos ríos abastecen de agua a la zona a pesar de su corto trayecto, luego desaparecen en bañados pocos kilómetros más al Sur. Cerro Cantero alcanza 800 msnm y posee una longitud de aproximadamente 9 km. Mon y Gutiérrez (2007) afirman que en los Cerros Remate y Canteros existen cuarcitas devónicas y afloramientos terciarios, al igual que a lo largo del río Horcones.

Un aspecto destacable de este Cerro Cantero es la presencia de trazas fósiles que fueron objeto de análisis y en las cuales se determinaron formas cámbricas, tal como lo mencionan Mon y Urdaneta (1972). Su nombre probablemente proviene de la presencia de afloramientos de rocas que van desde poco permeables o totalmente impermeables, tales como calizas, cuarcitas y yeso. Al Norte de Cerro Remate se encuentran grandes explotaciones de calizas con hornos para la transformación de cal, actualmente en desuso, tal como lo menciona Tarchini (2011). En Figura 1 se indica las áreas de este estudio en la provincia de Santiago del Estero.

El Chaco Serrano se localiza en la zona con bosques de protección según la Ley N° 6841/06, pertenece a la Categoría I (color rojo) según el plan de ordenamiento territorial.

Cagnolo *et al.* (2006) afirman que la superficie del Chaco Serrano se ha reducido drásticamente durante los últimos 30 años y en la actualidad se limita a varios parches de diferentes tamaños. Por lo que ante la fuerte presión que las actividades humanas están provocando en las comunidades en esta ecorregión, es deseable que se realicen investigaciones profundas en el mínimo plazo posible a fin de elaborar estrategias de conservación o restauración. Hernández y Giménez *et al.* (2008) realizaron estudios de base para elaboración de estrategias de conservación de la biodiversidad de leñosas en esta zona.

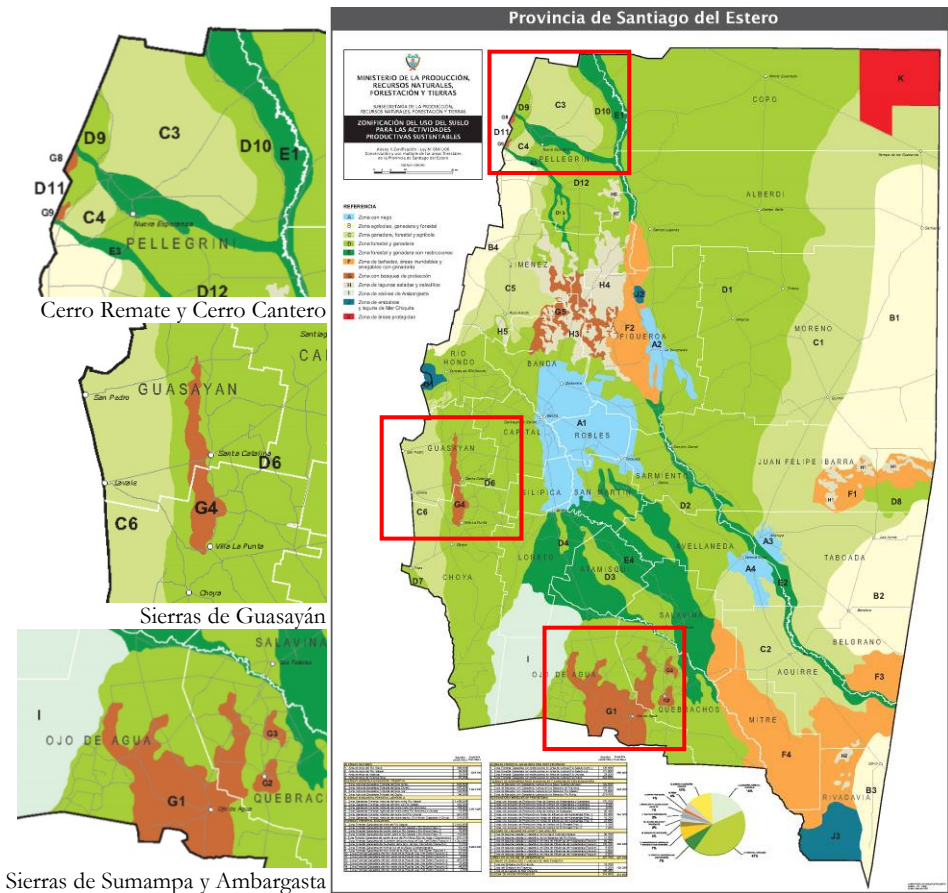


Figura 1. Mapa de zonificación de la Provincia de Santiago del Estero según Ley N° 6841/06

Chebez (2008) afirma que en las provincias del norte, la presencia del Chaco Serrano se diluye ante la magnificencia de la vecina selva tucumano-oranense o Yungas, que es la que en su riqueza paisajística y su alta biodiversidad lo opaca sin querer. De allí que casi no se hable en la literatura de esa formación que quedó injustamente postergada y que sin dudas debe tener diferencias en sus comunidades vegetales que merecerían mayor atención y estudio.

Composición florística del bosque serrano en Santiago del Estero

La composición florística de especies leñosas del Chaco Serrano en Santiago del Estero posee identidades taxonómicas que las diferencian (Tabla 1).

Tabla 1. Composición florística de especies leñosas del Chaco Serrano Santiagueño

Nombre Científico	Guasayán	Sumampa	Remate
Arboles			
<i>Acanthosyris falcata</i>		1	1
<i>Anadenanthera colubrina</i> var <i>cebil</i>	1		
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	1	1	1
<i>Libidibia paraguariensis</i>	1		1
<i>Ceiba chodatii</i>	1		1
<i>Celtis ehrenbergiana</i>	1	1	1
<i>Cercidium praecox</i>	1	1	1
<i>Coccoloba cordata</i>			1
<i>Geoffroea decorticans</i>	1	1	1
<i>Jodina rhombifolia</i>		1	1
<i>Loxopterygium grisebachii</i>			1
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>			1
<i>Prosopis alba</i>	1	1	1
<i>Prosopis chilensis</i>	1		
<i>Prosopis kuntzei</i>			1
<i>Prosopis nigra</i>	1	1	1
<i>Prosopis ruscifolia</i>			1
<i>Ruprechtia laxiflora</i>			1
<i>Sapium haematospermum</i>		1	
<i>Schinopsis lorentzii</i>	1	1	1
<i>Schinopsis marginata</i>	1	1	1
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>			1
<i>Tabebuia nodosa</i>	1		1
<i>Ziziphus mistol</i>	1	1	1
Arbolitos			
<i>Acacia aroma</i>	1	1	1
<i>Prosopis elata</i>	1		1
<i>Prosopis torquata</i>	1	1	1
Arbustos o Arbolitos			
<i>Acacia caven</i> var <i>caven</i>	1	1	
<i>Acacia guilliesii</i>	1	1	1
<i>Acacia praecox</i>	1	1	1
<i>Jatropha hieronymi</i>	1		1
<i>Jatropha macrocarpa</i>	1	1	
<i>Maytenus vitis-idaea</i>			1
<i>Prosopis vinalillo</i>			1
<i>Ruprechtia apetala</i>	1	1	1
<i>Ruprechtia triflora</i>	1		1
<i>Schinus molleoides</i>			1
Arbustos			
<i>Vallesia glabra</i>	1	1	1
<i>Achatocarpus praecox</i>			1
<i>Aloysia gratissima</i>	1	1	
<i>Bulnesia bonariensis</i>	1		
<i>Capparis atamisquea</i>	1	1	1

Nombre Científico	Guasayán	Sumampa	Remate
<i>Cynophalla retusa</i>			1
<i>Sarcotoxicum salicifolium</i>			1
<i>Anisocapparis speciosa</i>			1
<i>Capparicordis tvediana</i>	1		1
<i>Capsicum chacoense</i>		1	
<i>Castela coccinea</i>	1	1	1
<i>Celtis pallida</i>	1	1	1
<i>Cestrum parqui</i>	1	1	
<i>Cnidoscolus tubulosus</i>	1		
<i>Cnidoscolus vitifolius</i> var. <i>cnicodendron</i>			1
<i>Condalia microphylla</i>	1	1	1
<i>Gochnatia palosanto</i>			1
<i>Larrea divaricata</i>	1	1	
<i>Lycium</i> sp		1	1
<i>Lippia salsa</i>	1	1	
<i>Lippia turbinata</i>	1	1	
<i>Maytenus spinosa</i>			1
<i>Mimosa detinens</i>	1	1	1
<i>Mimosa farinosa</i>	1		
<i>Nicotiana glauca</i>			1
<i>Portieria microphylla</i>	1	1	1
<i>Prosopis sericantha</i>		1	1
<i>Schinus molle</i>		1	
<i>Senna</i> sp	1		
<i>Solanum argentinum</i>	1	1	1
<i>Tecoma stans</i>	1		1
<i>Ximelia americana</i>	1	1	1

Es importante destacar que el 33 % de las 69 especies localizadas, son comunes a las tres zonas.

La matriz arbórea típica del Chaco está presente (Tabla 1), según lo afirma Giménez *et al.* (2011), Giménez y Hernández (2008). Esta matriz está conformada por *Schinopsis lorentzii*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol*, *Prosopis alba*, *Prosopis nigra*, *Cercidium praecox* y *Celtis ehrenbergiana*. Por el contrario algunas de las especies típicas del Chaco Serrano como es el caso de *Anadenanthera colubrina* var *cebil*, *Libidibia paraguariensis*, *Ceiba chodatii* y *Litrabea molloides*; no siempre están presentes.

En Cerro Remate es muy notoria la influencia de las Yungas, lo que se pone en evidencia por la presencia de *Loxopterygium grisebachii*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Coccoloba cordata*.

Hernández, Giménez (2009) mencionan que *Phyllostylon rhamnoides* es una especie abundante y frecuente en Cerro Remate, y que *Schinopsis marginata* aumenta su abundancia con la altitud en este sitio. Destacan que en esta zona se asocian especies del Chaco Semiárido con otras típicas de ecorregiones más húmedas como la Selva de Yungas y el Chaco Húmedo, donde se localizaron especies arbóreas y arbustivas que no se registran en otros sitios de la provincia.

Las especies de la Tabla 1 pertenecen a 19 familias taxonómicas, de las cuales la más representada es Fabaceae con el 28.98 %, le siguen cuatro familias con el 7.2 % y el porcentaje restante se distribuye 14 familias.

Una característica importante es que el 45 % de las especies leñosas censadas son arbustivas; el 35 % son árboles y un 20 % son especies que se pueden presentar como arbustos o arbolitos conformando un estrato intermedio entre el arbóreo y el arbustivo.

Estos substratos de vegetación son sustanciales desde el punto de vista ecológico y socio-económico; pues de ellos es posible obtener Productos Forestales no Maderables (PFNM) que disminuyen la presión sobre el estrato arbóreo al ser aprovechados por las comunidades que viven de lo que se extrae del bosque.

Hernández *et al.* (2015) enuncian que la diversidad de especies leñosas en las Sierras de Sumampa toma valores de 0.75 para el índice de Equitatividad, 0.87 para la inversa de Simpson y 2.51 para Shannon; mientras que en Cerro Remate estos valores son superiores. El índice de Jaccard revela que el recambio de especies es inferior al 40 %, por lo que se consideran ambientes diferentes.

Estos resultados muestran la potencialidad productiva del bosque serrano desde el punto de vista ecológico y socioeconómico, ya que la diversidad de leñosas amplía las posibilidades económicas de la comunidad campesina.

Otro grupo importante ecológica y económicamente son las especies de la familia Cactaceae ya que son parte relevante de la composición florística de la región. Hernández y Giménez (2008) afirman que en algunos sitios alcanza el 20 % del total cuando se analizan especies leñosas y Cactaceae. En los bosques serranos de Santiago del Estero se localizaron las especies detalladas en la Tabla 2. Se siguió la nomenclatura de Zuloaga y Morrone (2008) y en la identificación se consultó a Kiesling (1975).

Tabla 2. Especies de la familia Cactaceae localizadas en los bosques serranos de la provincia de Santiago del Estero.

Nº	Nombre Científico	Remate	Guasayán	Sumampa y Ambargasta	Biotipo
1	<i>Cereus forbesii</i>	1	1	1	Árbol suculento
2	<i>Cleistocactus baumanni</i>	1	1	1	Subarbusto suculento
3	<i>Gymnocalycium schickendantzii</i> var <i>schickendantzii</i>		1		Hierba suculenta
4	<i>Harrisia bonplandii</i>	1		1	Subarbusto suculento
5	<i>Harrisia pomanensis</i> subsp <i>pomanensis</i>	1	1	1	Subarbusto suculento
6	<i>Monvillea spegazzini</i>	1			Arbusto suculento
7	<i>Opuntia anacantha</i> var <i>retrorsa</i>	1	1	1	Subarbusto suculento
8	<i>Opuntia anacantha</i> var <i>utkilio</i>	1	1	1	Subarbusto suculento
9	<i>Opuntia quimilo</i>	1	1	1	Arbol suculento
10	<i>Opuntia salmiana</i>		1	1	Subarbusto suculento
11	<i>Opuntia sulphurea</i> var <i>pampeana</i>			1	Subarbusto suculento
12	<i>Stetsonia coryne</i>	1	1	1	Árbol suculento
13	<i>Opuntia sp</i>			1	Arbusto suculento

Nº	Nombre Científico	Remate	Guasayán	Sumampa y Ambargasta	Biotipo
14	<i>Parodia microsperma subsp microsperma</i>	1			Arbusto suculento
15	<i>Opuntia sulfurea var sulfurea</i>			1	Arbusto suculento
16	<i>Gymnocalycium ssp</i>			1	Arbusto suculento
17	<i>Echinopsis silvestrii</i>			1	Arbusto suculento
18	<i>Cleistocactus smaragdiflorus</i>			1	Subarbusto suculento
19	<i>Echinopsis rhodotricha</i>			1	Subarbusto suculento
20	<i>Echinopsis leucantha</i>	1			Arbusto suculento
21	<i>Rhipsalis aculeata</i>	1	1		Hierba suculenta
TOTAL		12	10	16	

Nota: 1 significa presencia de la especie

Las cactáceas son de gran potencialidad como PFSNM, ya que muchas de ellas poseen propiedades medicinales, frutos comestibles, o son utilizadas como forraje para animales. Son muy apreciadas como plantas ornamentales, para lo cual se cultivan en viveros rurales.

Caso de estudio: Cerro Remate. Propuesta metodológica

En Cerro Remate es un área relevante para la Provincia por su diversidad florística, la presencia de especies raras, las potencialidades termales y culturales y por ser una de las áreas de protección a la diversidad (Figura 2).

Ello impulsó el interés de este grupo de investigadores, a desarrollar un estudio integral del área, a fin de sentar bases para una propuesta de gestión del bosque (Hernández, 2014).

Se pretende realizar un análisis complejo del bosque para comprender relaciones ecológicas y su potencialidad productiva, en base a una secuencia de estudios que permitirían definir pautas de manejo. Se analiza su composición florística, biotipos presentes, variables dasométricas, parámetros fitosociológicos, e índices de biodiversidad aplicadas a especies leñosas.

El análisis de la vegetación leñosa permite sentar las bases para un plan de manejo acorde con su condición de Reserva Natural Provincial. Es importante mencionar que es el único bosque serrano de la provincia que está totalmente incluido como zona con bosques de protección según la Ley N° 6841/06, pertenece a la Categoría I (color rojo) según el plan de ordenamiento territorial.

Analizando la proporción de los estratos de vegetación leñosa, el 70 % de ellos corresponde al sustrato arbustivo (Figura 3).

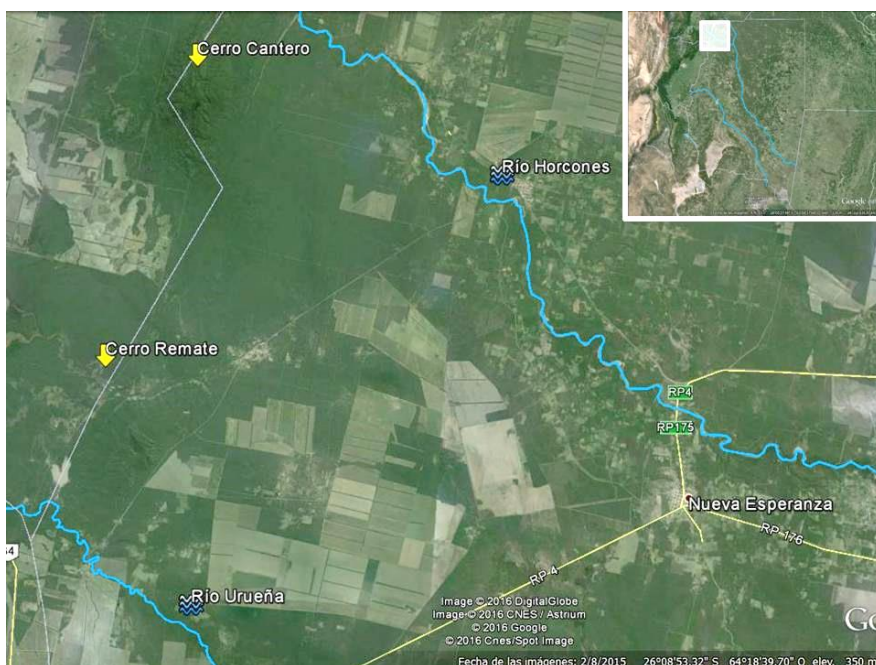


Figura 2. Ubicación de Cerro Remate y Cerro Cantero en el Departamento Pellegrini, Santiago del Estero

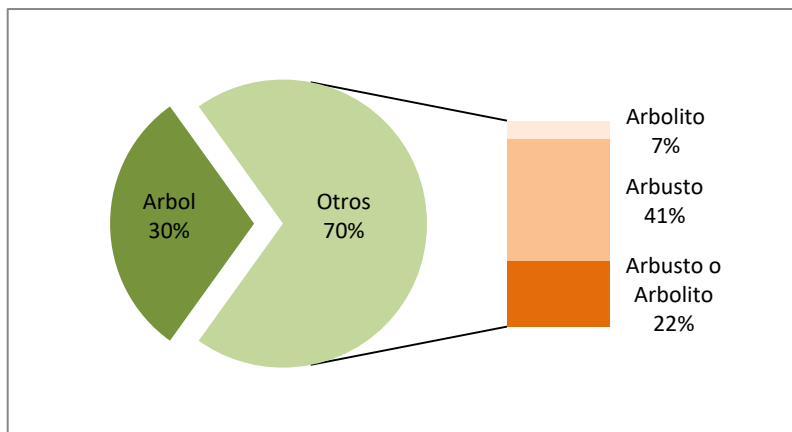


Figura 3. Representación de los estratos de vegetación leñosa

Un 30 % del total de las especies leñosas identificadas se definen como árboles y aproximadamente un 19 % se presentan en ambas formas. El alto porcentaje de especies de bajo porte, es importante tenerlo en cuenta a la hora de elaborar un plan de manejo integral para este tipo de bosque. La familia taxonómica Fabaceae es la más representada; le siguen Anacardiaceae y Solanaceae. Gran proporción de especies arbustiva son las Capparaceae y es importante mencionar que las Euphorbiaceae, Polygonaceae incluyen el mayor número de especies que pueden crecer como arbustos o arbolitos.

Estructura horizontal del estrato arbóreo

La **estructura horizontal** del bosque se define con la distribución de diámetros, el área basal y la cobertura de copa. En Tabla 3 se resumen las variables dasométricas: densidad, área basal, dap (min y max), ht (min y max), hf max y % de árboles bifurcados.

La densidad arbórea es de 145 arb/ha y su área basal es de 7.87 m²/ha. *Schinopsis marginata* es la especie arbórea de mayor densidad, y le sigue *Libidibia paraguariensis*, ambas son las que mayor aporte hacen en área basal. *Ceiba chodatii* por el contrario tiene baja densidad pero es la tercera especie que aporta en área basal, por lo distintivo de su diámetro.

Tabla 3. Resumen de variables dasométricas del estrato arbóreo de Cerro Remate

Especie	Densidad (arb/ha)	Área basal (m ² /ha)	dap (cm)		ht (m)		hf max (m)	% arb/ha Bifurc
			min	Max	min	max		
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	17	0,65	11,14	36,1	6,01	16	6	3,14
<i>Libidibia paraguariensis</i>	26	1,54	10,19	56,2	3,77	13	3,5	33,02
<i>Ceiba chodatii</i>	4	1,41	10,19	134,33	5,6	13	4,03	0,00
<i>Cercidium praecox</i>	1	0,03	25,15	25,15	9	9	1	0,00
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	17	0,47	10,19	29,6	4,72	14	3,5	9,43
<i>Prosopis alba</i>	6	0,15	10,22	26,1	5	9,5	2	5,03
<i>Prosopis elata</i>	1	0,06	12,73	28,65	10,01	11	1,45	2,52
<i>Prosopis ruscifolia</i>	6	0,12	10,19	24,19	5,5	14	2,95	4,72
<i>Prosopis torcuata</i>	2	0,02	11,46	12,1	3,85	3,85	0,2	0,00
<i>Schinopsis lorentzii</i>	11	0,64	15,60	48,68	6,01	14	6,5	2,52
<i>Schinopsis marginata</i>	31	1,94	10,50	54,75	4,7	16	4,25	22,01
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	9	0,34	10,19	28,33	4,7	9	2,75	7,55
<i>Tabebuia nodosa</i>	1	0,05	14,96	17,51	4,5	8	3,14	2,52
<i>Ziziphus mistol</i>	14	0,44	10,19	38,52	4,2	14	3,6	7,55
Total	145	7,87						100

Se analizó la distribución de diámetros por especies según clases (Figura 4).

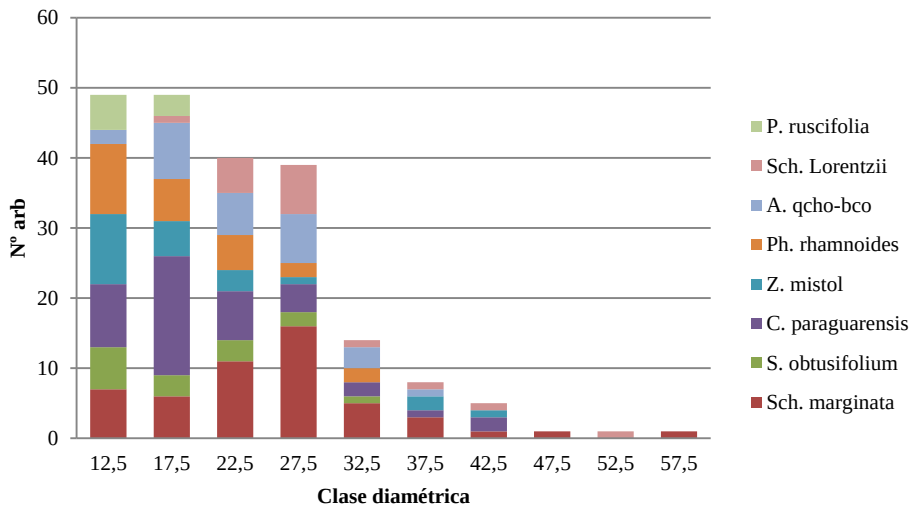


Figura 4. Distribución diamétrica de las especies arbóreas de Cerro Remate

La mayoría de los individuos se registraron en las clases diamétricas de 10 a 20 cm con preponderancia de *Schinopsis marginata*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Ziziphus mistol* y *Libidibia paraguariensis*, este último en mayor cantidad en la clase de 15 a 20 cm. Un 39 % se registró en las clases entre 20 y 30 cm; los individuos restantes corresponden a clases mayores entre 30 y 60 cm. La brusca caída en las clases a partir de los 30 cm de diámetro podría estar indicando que hubo explotación.

En la Figura 5 se expresa la amplitud de diámetros por especie.

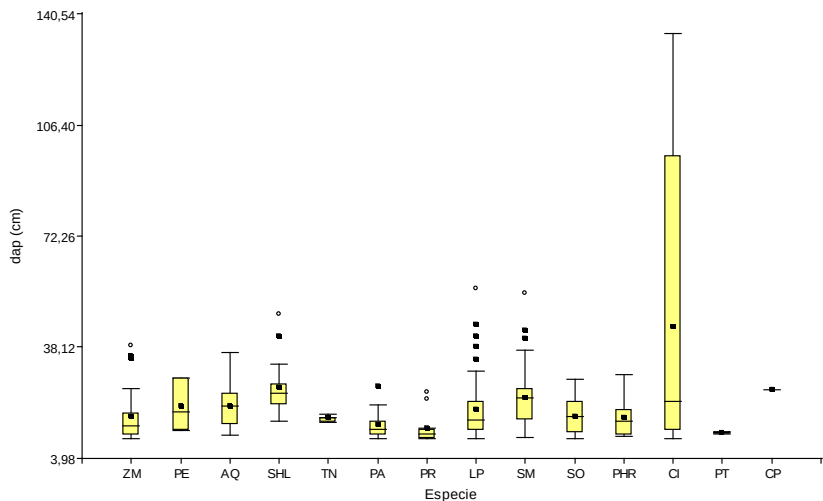


Figura 5. Gráfico de cajas (box plot) de los DAP por especie.

Ceiba chodatii, especie de importancia ecológica, de escaso valor como productor de madera de baja densidad y corta durabilidad, registra diámetros de hasta 1 m. Ello determina alto porcentaje de área basal, con pocos individuos por hectárea (2,2 % del total).

En la Tabla 4 se indican **parámetros fitosociológicos** que aportan al análisis de la estructura horizontal del bosque bajo análisis: Abundancia; Frecuencia, Dominancia e IVI (Índice de Valor de Importancia) absoluta y relativa.

La especie más frecuente es *Libidibia paraguariensis* presente en el 75 % de las unidades muestrales, le siguen *Schinopsis marginata*, con el 50 %; y *Sideroxylon obtusifolium* y *Ceiba chodatii*, presentes en el 38 %.

El IVI es un índice que expresa la importancia de las especies en su estructura horizontal, en este sitio *Schinopsis marginata* es la especie de mayor importancia desde el punto de vista ecológico, en segundo lugar se encuentra *Libidibia paraguariensis*, baja abruptamente y en tercer lugar se encuentra *Ceiba chodatii*, luego *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Phyllostylon rhamnoides*.

El 62 % del área basal total se concentra en tres especies, *Schinopsis marginata*, *Libidibia paraguariensis* y *Ceiba chodatii*; un 32 % se concentra en las siguientes cinco especies: *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinopsis quebracho colorado*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Ziziphus mistol* y *Sideroxylon obtusifolium*.

Tabla 4. Parámetros fitosociológicos: Abundancia absoluta (Aa), Abundancia relativa (Ar %), Frecuencia absoluta (Fa), Frecuencia relativa (Fr%), Dominancia absoluta (DoA), Dominancia relativa (DoR%) e Índice de Valor de Importancia (IVI, IVI %)

Especie	Aa	Ar (%)	FA	FR (%)	DoA	DoR (%)	IVI	IVI (%)
<i>Schinopsis marginata</i>	40.83	21.12	0.67	13.79	1.942	24.69	43	59.60
<i>Libidibia paraguariensis</i>	35.00	18.10	1.00	20.69	1.536	19.52	38	58.32
<i>Ceiba chodatii</i>	5.83	3.02	0.50	10.34	1.414	17.97	8	31.34
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	22.50	11.64	0.42	8.62	0.647	8.22	24	28.48
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	22.50	11.64	0.42	8.62	0.469	5.96	23	26.21
<i>Ziziphus mistol</i>	18.33	9.48	0.42	8.62	0.437	5.56	19	23.66
<i>Schinopsis lorentzii</i>	14.17	7.33	0.33	6.90	0.637	8.10	15	22.32
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	12.50	6.47	0.50	10.34	0.344	4.37	13	21.18
<i>Prosopis alba</i>	7.50	3.88	0.17	3.45	0.148	1.88	8	9.21
<i>Prosopis ruscifolia</i>	7.50	3.88	0.17	3.45	0.124	1.57	8	8.90
<i>Prosopis torcuata</i>	2.50	1.29	0.08	1.72	0.020	0.26	3	3.28
<i>Tabebuia nodosa</i>	1.67	0.86	0.08	1.72	0.053	0.67	2	3.26
<i>Cercidium praecox</i>	0.83	0.43	0.08	1.72	0.031	0.39	1	2.55
<i>Prosopis elata</i>	1.67	0.86	0.00	0.00	0.065	0.83	2	1.69

Según los valores absolutos de los parámetros fitosociológicos, a partir de un análisis multivariado de conglomerados (AC), las especies del estrato arbóreo se agrupan de la siguiente manera: 1: especies de mayor valor de importancia, 2: el resto con 2 subgrupos bien definidos: 3 de las especies de importancia media, 4: especies con poca representación (Figura 6).

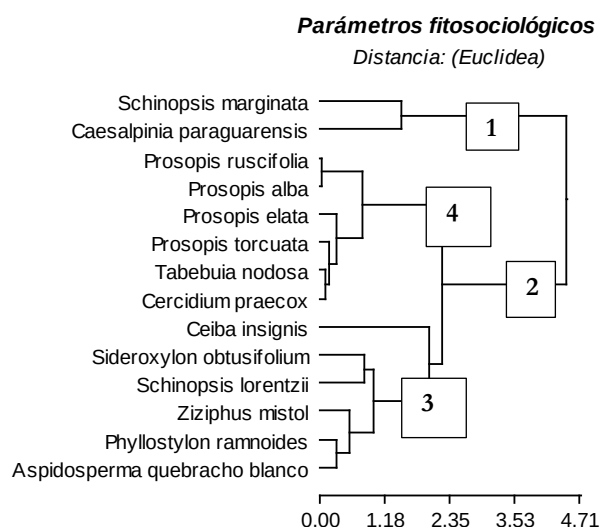


Figura 6. Análisis Conglomerados de las especies arbóreas según parámetros fitosociológicos

Estructura vertical del estrato arbóreo

La estructura vertical está definida por las alturas totales de los individuos que conforman la masa. Se analiza con el índice denominado **Posición Sociológica** el cual divide en 3 substratos definidos por las alturas totales de los individuos. Se considera los siguientes porcentajes: 50, 30 y 20 % que representan el substrato superior, medio e inferior respectivamente (Tabla 5).

Una especie tiene posición sociológica regular cuando hay mayor número de individuos en los estratos inferiores. Es el caso de *Libidibia paraguariensis* quien además tiene mayor valor de Posición Sociológica relativa. *Phyllostylon rhamnoides* posee mayor número de individuos en el estrato inferior, mientras que *Aspidosperma quebracho-blanco* en el estrato medio.

Schinopsis marginata ocupa el segundo lugar en valor de Posición Sociológica relativa, pero al igual que *Schinopsis lorentzii* posee menor número de individuos en los estratos inferiores por lo que se considera que no tienen una posición sociológica regular.

Tabla 5. Posición Sociológica Absoluta (PSA) y Posición Sociológica Relativa (PSR) del estrato arbóreo agrupando las alturas totales en 3 subestratos.

Especie	Subestrato inferior		Subestrato Medio		Subestrato Superior		PSA	PSR	N° arb/ha
	N° arb/ha	VFi	N° arb/ha	VFm	N° arb/ha	VF _s			
<i>Aspidosperma quebracho- blanco</i>	5	5	8	3	4	2	56	10.15	17
<i>Libidibia paraguariensis</i>	18	5	7	3	1	2	114	20.52	26
<i>Ceiba chodatii</i>	3	5	1	3	1	2	19	3.38	4
<i>Cercidium praecox</i>	0	5	1	3	0	2	2	0.34	1
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	11	5	3	3	3	2	71	12.74	17
<i>Prosopis alba</i>	3	5	2	3	0	2	21	3.83	5
<i>Prosopis elata</i>	0	5	1	3	0	2	4	0.68	1
<i>Prosopis ruscifolia</i>	3	5	2	3	1	2	23	4.06	6
<i>Prosopis torcuata</i>	2	5	0	3	0	2	9	1.69	2
<i>Schinopsis lorentzii</i>	2	5	3	3	6	2	30	5.41	11
<i>Schinopsis marginata</i>	9	5	10	3	13	2	102	18.38	32
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	7	5	3	3	0	2	42	7.55	9
<i>Tabebuia nodosa</i>	1	5	0	3	0	2	6	1.13	1
<i>Ziziphus mistol</i>	8	5	4	3	1	2	56	10.15	14
TOTAL	73		44		29		554	100	146

Índice de Valor de Importancia leñoso (IVIL)

Se efectúa un análisis integrando los estratos conformados por especies leñosas, implicando su estructura horizontal y vertical. El Índice de Valor de Importancia leñoso (IVIL) se obtiene mediante la sumatoria de los valores de estructura horizontal (densidad y frecuencia) y la estructura vertical de ambos estratos (Tabla 6). Este índice proporciona información sobre la importancia ecológica de las diferentes especies leñosas que conforman el bosque, siendo fundamental su conocimiento para acciones futuras sobre este ecosistema.

El IVIL expresa la situación actual de la masa leñosa, con tres arbustivas dominantes y colonizadoras (*A. praecox*, *R. apetala* y *R. triflora*) y 2 arbóreas propias del Chaco Serrano (*Schinopsis marginata* y *Libidibia paraguariensis*), concentrando el 50 % del total. El dendrograma de la Figura 7 representa las afinidades indicadas: 1: especies mejor representadas en la asociación (excepto *Sch. marginata*) y el grupo 2 con el resto.

Tabla 6. Índice de valor de importancia leñoso (IVIL); Frecuencia relativa (Fr); Densidad relativa (Dr); Nivel de Alturas (NA).

Especie	Fr	Dr	NA	IVIL	IVIL%
<i>Acacia praecox</i>	6.283	19.40	40.33	66.01	16.50
<i>Ruprechtia apetala</i>	6.806	15.87	26.04	48.72	12.18
<i>Ruprechtia triflora</i>	6.806	12.82	13.68	33.31	8.33
<i>Libidibia paraguariensis</i>	7.330	0.81	20.52	28.66	7.16
<i>Schinopsis marginata</i>	4.712	0.94	18.38	24.03	6.01
<i>Capparis retusa</i>	5.759	8.98	7.08	21.82	5.45
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	2.618	0.52	12.74	15.88	3.97
<i>Ziziphus mistol</i>	4.712	0.42	10.15	15.28	3.82
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	4.188	0.52	10.15	14.85	3.71
<i>Capparicordis tvediana</i>	5.236	6.09	2.73	14.05	3.51
<i>Achatocarpus praecox</i>	4.188	5.77	2.72	12.68	3.17
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	3.141	0.29	7.55	10.98	2.75
<i>Bulnesia bonariensis</i>	4.188	4.33	1.45	9.96	2.49
<i>Schinopsis lorentzii</i>	3.141	0.33	5.41	8.88	2.22
<i>Gouania palosanto</i>	2.094	4.65	2.07	8.82	2.20
<i>Portiera microphylla</i>	2.618	4.17	1.62	8.41	2.10
<i>Ceiba chodatii</i>	3.141	0.13	3.38	6.66	1.66
<i>Prosopis ruscifolia</i>	1.571	0.17	4.06	5.80	1.45
<i>Prosopis alba</i>	1.571	0.17	3.83	5.58	1.39
<i>Mimosa detinens</i>	2.618	2.24	0.49	5.36	1.34
<i>Celtis pallida</i>	2.094	2.08	0.45	4.63	1.16
<i>Anisocapparis speciosa</i>	2.618	1.12	0.12	3.86	0.97
<i>Castela coccinea</i>	1.571	1.92	0.27	3.76	0.94
<i>Maytenus vitis idaeae</i>	1.571	1.28	0.24	3.10	0.77
<i>Jatropha hieronymi</i>	2.094	0.64	0.06	2.79	0.70
<i>Sesbania virgata</i>	1.047	1.28	0.31	2.64	0.66
<i>Schinus molle</i>	0.524	1.60	0.24	2.36	0.59
<i>Prosopis torcuata</i>	0.524	0.06	1.69	2.27	0.57
<i>Tabebuia nodosa</i>	1.047	0.04	1.13	2.21	0.55
<i>Cnidoscolus vitifolius</i> var. <i>cnicodendron</i>	1.571	0.48	0.02	2.07	0.52
<i>Prosopis elata</i>	0.524	0.04	0.68	1.24	0.31
<i>Cercidium praecox</i>	0.524	0.02	0.34	0.88	0.22
<i>Acacia aroma</i>	0.524	0.32	0.03	0.88	0.22
<i>Ximenesia americana</i>	0.524	0.32	0.02	0.86	0.22
<i>Capparis salicifolia</i>	0.524	0.16	0.01	0.69	0.17

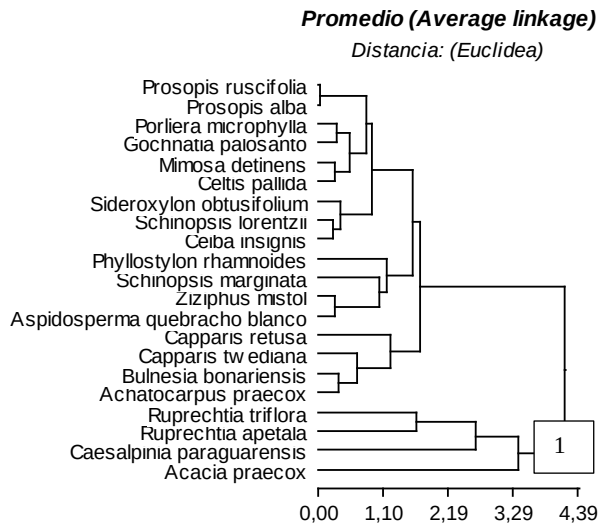


Figura 7. Análisis de Conglomerados para IVIL de las especies leñosas

Se define la relación de alturas totales para todos individuos de ambos estratos. Ajusta a una regresión exponencial con $R^2=0.99$ (Figura 8).

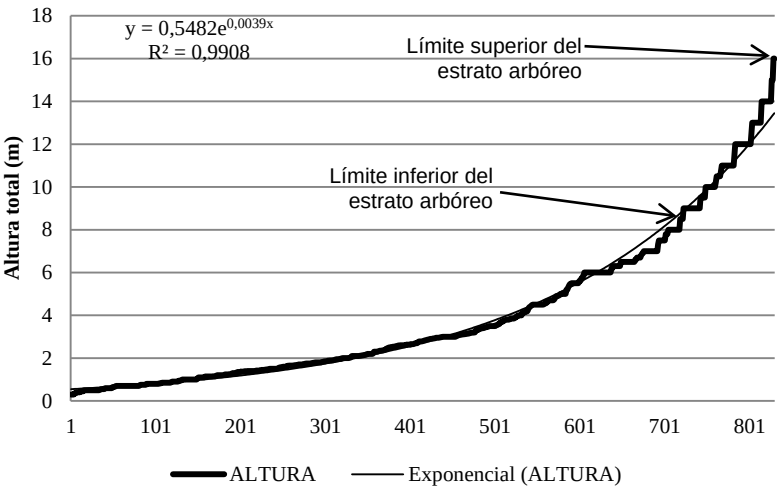


Figura 8. Estratos de alturas totales de las especies leñosas

Biodiversidad de especies leñosas

La evaluación de la biodiversidad se expresa en la Tabla 7 con los índices de diversidad alfa de las especies leñosas.

Tabla 7. Índices de diversidad alfa de especies leñosas

Índice	Total
Taxa_S	35
Individual	3252
Dominance_D	0.1024
Simpson_1-D	0.8976
Shannon_H	2.651
Margalef	4.204
Equitabilidad_J	0.7457
Berger-Parker	0.1937

Los índices de Equitatividad y la inversa de Simpson se mantienen cercanos a 1, lo cual indica que se mantiene la diversidad y no hay dominancia de las especies.

En cuanto al análisis de la biodiversidad basado en la aplicación de modelos de abundancia, propuestos por Magurran (1998), los resultados muestran que las especies leñosas en su conjunto ajustan al modelo serie normal logarítmica que caracteriza comunidades grandes, estables y en equilibrio, lo que sugiere que el bosque se encuentra efectivamente en buen estado (Tabla 8).

Tabla 8. Modelos de abundancia para especies leñosas

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 (Broken stick)	1.95E-143	867						no ajustan
Serie normal logarítmica	0.585	3.75				1.714	0.6249	ajustan

La probabilidad más alta se da para la Serie Normal Logarítmica (Figura 9), por lo tanto se infiere que es la que ajusta mejor a los datos analizados

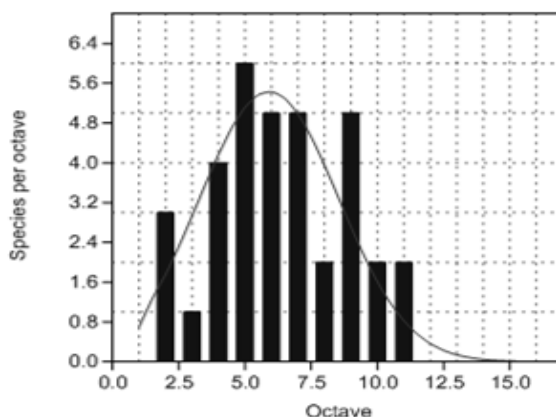


Figura 9. Modelo de abundancia de Serie Normal Logarítmica al cual se ajusta el estrato leñoso.

Resumiendo lo expresado en este apartado, Cerro Remate presenta una elevada diversidad de especies leñosas con una riqueza específica de 63 especies, de las cuales el 30 % de especies arbóreas y el restante 70 % son arbustos o arbolitos. Siendo estos valores muy cercanos a los esperados según índices no paramétricos como Chao y Jackknife.

En cuanto a la estructura horizontal la curva de distribución diamétrica adopta una forma de “j” invertida característica de bosques irregulares. El 47 % de los individuos se concentra en las clases diamétricas de 10 a 20 cm; el 40 % en las clases de 20 a 30 cm y los demás pertenecen a clases hasta los 60 cm. En las clase más altas, a partir de 40 cm, sólo se localizaron 4 especies, *Ziziphus mistol*, *Libidibia paraguariensis*, *Schinopsis marginata* y *Schinopsis lorentzii*, siendo estas dos últimas las únicas presentes a partir de los 45 cm de diámetro.

El área basal total es de 7,8 m²/ha, el 62 % se concentra en *Schinopsis marginata*, *Libidibia paraguariensis* y *Ceiba chodatii*. En los planes de manejo de esta área se debe poner especial atención en que existe un alto porcentaje de individuos bifurcados por debajo de 1.30 m, especialmente en *Libidibia paraguariensis*, el cual puede llegar a 55 % del total de los individuos.

Es un bosque alto cerrado con alturas totales hasta 16 m y con 52 % de cobertura arbórea; destacando que más del 50 % de este total está definido por *Schinopsis marginata* y *Libidibia paraguariensis*.

Las especies con mayor densidad son *Libidibia paraguariensis* y *Schinopsis marginata* sumando entre ambas el 45 % del total, seguidas por *Phyllostylon rhamnoides* y *Aspidosperma quebracho-blanco*.

Libidibia paraguariensis es además la especie más frecuente con una presencia de 75 % en las unidades muestrales, y le siguen *Schinopsis marginata*, con el 50 % de las unidades muestrales; *Sideroxylon obtusifolium* y *Ceiba chodatii*, presentes en el 38 %, y *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol* y *Phyllostylon rhamnoides*, presentes en el 31,5 %.

Schinopsis marginata es la especie de mayor importancia desde el punto de vista ecológico de acuerdo a los valores del Índice de Valor de Importancia (IVI), en segundo lugar se

encuentra *Libidibia paraguariensis*, luego baja abruptamente al tercer lugar donde se encuentra *Ceiba chodatii*, *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Phyllostylon rhamnoides*.

En cuanto a la estructura vertical se considera que una especie tiene posición sociológica regular cuando hay mayor número de individuos en los estratos inferiores como es el caso de *Libidibia paraguariensis* quien además tiene el mayor valor de posición sociológica relativa. *Phyllostylon rhamnoides* posee mayor número de individuos en el estrato inferior, mientras que *Aspidosperma quebracho-blanco* en el estrato medio.

Los valores de Shannon para el total de las leñosas del Cerro Remate es de 2.65, para el estrato arbóreo es de 2.25 y para el arbustivo alcanza 2.48.

Los datos del estrato arbóreo ajustan al modelo de vara quebrada, mientras que en el estrato arbustivo hay mayor probabilidad de ajuste para el modelo de la serie geométrica. Cuando se analizan los datos de todas las especies leñosas la probabilidad más alta se da para la serie normal logarítmica lo que sugiere que el bosque se encuentra efectivamente en buen estado.

En base a lo indicado anteriormente el Cerro Remate es una comunidad en equilibrio, estable y con posibilidad de permanencia futura. Cabe destacar que este cerro es un genuino reservorio de diversidad vegetal para Santiago del Estero, ya que es el hábitat de un gran número de especies vegetales que no están representadas en otros sitios de la provincia. Está localizada en la zona con bosques de protección según la Ley provincial n° 6841/06, pertenece a la Categoría I (color rojo) según el plan de ordenamiento territorial, y declarada Reserva provincial según Ley provincial N° 6321.

Es necesario ajustar e intentar reconciliar la diversidad de intereses que se generan desde los bosques. Para la conservación y gestión de los bosques y su biodiversidad, se realizan una gran variedad de actividades por distintos agentes con inclusión de gobiernos, organizaciones intergubernamentales, corporaciones, ONG, comunidades e individuos. (FAO, 2012)

Para gestionar y conservar los bosques de forma efectiva y para tratar las causas de la deforestación y la pérdida de biodiversidad, las pautas están continuamente evolucionando. Es fundamental contribuir con investigaciones que permitan elaborar planes de manejo integrales y para ello es esencial incluir en los inventarios forestales a las especies de los estratos bajos leñosos y definir desde un aspecto ecológico sobre que especies se intervendrá y de qué manera.

Referencias Bibliográficas

- Biodiversidad en México. Obtenido del Sitio Web: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/quees.html>
- Cagnolo L.; M. Cabido y Valladares G. 2006. Plant species richness in the Chaco Serrano Woodland from central Argentina: Ecological traits and habitat fragmentation effects. *Biological Conservation* 132 (2006) 510–519. [En línea]. Disponible en: <http://www.cricyt.edu.ar/interactio/lcagnolo/pdf/CagnoloetalBiolCons.pdf>
- Chebez, C. 2008. *Los que se van*. [en línea] Fecha de consulta: abril de 2016. Disponible en: <http://www.losquesevan.com/articulos>

- FAO. 2012. *La diversidad forestal*. 2012. [en línea] Disponible en: ftp://ftp.fao.org/paia/biodiversity/forest_biod_es.pdf
- Giménez, A. M. y P. Hernández. 2008. *Biodiversidad en Ambientes naturales del chaco Argentino. Vegetación del Chaco Semiarido, Provincia de Santiago del Estero. Fascículo 1*. Editores: FONCYT. FCF, UNSE. 120 p.
- Giménez, A. M.; Hernández, P.; Figueroa, M. E.; I. Barrionuevo. 2011. Diversidad del estrato arbóreo en los bosques del Chaco Semiarido *Quebracho* 19(1,2): 24-37.
- Giorgis, M. A.; A. M. Cingolani; F. Chiarini; J. Chiapella; G. Barbosa; L. Ariza Espinar; R. Moreno; D. Gurbich y M. Cabido. 2011. Composición florística del Bosque Chaqueño Serrano de la provincia de Córdoba, Argentina. *Kurtziana*, Córdoba, v. 36, n. 1. [En línea][Fecha de consulta 9 de mayo de 2013]: Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S185259622011000100002&lng=es&nrm=iso.
- Hernández, P.; A. M. Giménez. 2008. Una isla al norte de Santiago del Estero: Cerro El Remate. *Revista Forestal Yvyrareta*. FacFor- UNAM. ISSN: 0328-8854
- Hernández, P.; A. M. Giménez. 2009. Biodiversidad vegetal en un ecotono de Santiago del Estero: Cerro El Remate. *Revista Forestal Yvyrareta* N° 16. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales- Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Argentina. ISSN: 0328-8854.
- Hernández, P.; A. M. Giménez. 2008. *Importancia de las Cactaceae en el bosque nativo- Santiago del Estero- Argentina*. Libro: III Jornadas Nacionales de Flora Nativa. IV Encuentro de Cactáceas. Pag. 109-122. Córdoba. Argentina. 1º Edición Octubre de 2008. ISBN 978- 987- 510- 0798- 4
- Hernández, P. 2014. *Diversidad estructural y composición de un bosque serrano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina*. Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. 200 pgs.
- Hernández, P.; Giménez, A.; Pintos, J. 2015. Análisis de diversidad de vegetación leñosa en el Chaco Serrano santiagueño. Argentina. 2015. *Revista Quipu*. Santiago del Estero. ISSN 2422-7560
- Kiesling, R. 1975. Los géneros de Cactaceae de la Argentina. *Boletín de la Sociedad Botánica*, XVI (3): 197-227
- Mon, R.; A. Gutiérrez. 2007. Estructura del extremo sur del sistema subandino (provincias de Salta, Santiago del Estero y Tucumán). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 62 (1): 62-68
- Mon, R.; A. Urdaneta. 1972. Introducción a la geología de Tucumán, República Argentina. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*. Tomo XXVII N° 3. Pags 309- 329 <https://books.google.com.ar/books?id=1BCZUSj-22UC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Torrella, S y J. Adámoli. 2005. Capítulo: Situación ambiental de la Ecorregión del Chaco Seco. Libro: *La Situación Ambiental Argentina*. Editores: Brown A, Martínez Ortiz U, Acerbi M. y Corcuera J. Publicado por Fundación de Vida Silvestre.
- Zuloaga, F. O. y O. Morrone (eds.). 2007. *Catálogo de las plantas vasculares de la Argentina II*- Editado por Instituto de Botánica Darwinion. [En línea] [Fecha de consulta; abril de 2013]: Disponible en: <http://www2.darwin.edu.ar/Publicaciones/CatalogoVascII/CatalogoVascII.asp>



Figura 10. Consecuencias del sobre pastoreo en las Sierras de Ambargasta

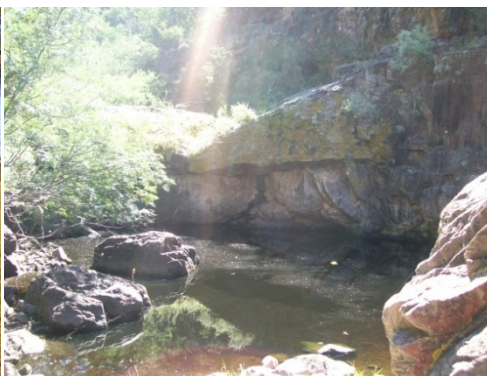


Figura 11. Vertientes de agua en las Sierras de Ambargasta



Figura 12. Pinturas rupestres en las quebradas de las Sierras de Ambargasta



Figura 13. Huellas de los pueblos originarios en las rocas las Sierras



Figura 14. Quebrachales en las Sierras de Sumampa



Figura 15. Interior de la centenaria Capilla de Nuestra Señora de la Consolación de Sumampa.



Figura 16. Paisaje de las Sierras de Sumampa



Figura 17. El Río Urueña, en el departamento Pellegrini, corre por el extremo S de Cerro Remate



Figura 18. Laguna Negra ubicada en el lado NO de Cerro Remate, donde en algunas épocas del año se observan flamencos.



Figura 19. Paisaje de Cerro Remate, en la provincia de Santiago del Estero



Figura 20. Antiguos hornos de cal en Cerro Remate, hoy abandonados



Figura 21. Frutos de *Ruprechtia laxiflora* en Cerro Remate



Figura 22. Quebrada de las Sierras de Guasayán



Figura 23. Ladera Este de las Sierras de Guasayán en la zona central



Figura 24. Embalse de aguas de vertientes en el sur de las Sierras de Guasayán



Figura 25. Estrato arbóreo en las laderas de las Sierras de Guasayán



Figura 26. *Schinopsis marginata* en la ladera E de las Sierras de Guasayán



Figura 27. Paisaje con varias especies del género *Capparis* en Los Cerrillos, Sierras de Guasayán

