



UNSE

Universidad Nacional
de Santiago del Estero

Diversidad estructural y composición de un bosque serrano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina

TESIS DOCTORAL

Patricia del Carmen Hernández



Facultad de Ciencias Forestales

Santiago del Estero, Argentina
2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
Facultad de Ciencias Forestales



Diversidad estructural y composición de un bosque serrano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS FORESTALES

POR

Patricia del Carmen Hernández

Ingeniera Forestal
Universidad Nacional de Santiago del Estero
1998

Director de tesis: **Dra. Ana María Giménez**

Codirector: **Dr. Víctor Hugo Acosta**

Santiago del Estero, Argentina.
Año 2014



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL ESTERO
Facultad de Ciencias Forestales



Título:

Diversidad estructural y composición de un bosque serrano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina

Fecha de aceptación: mayo de 2014

Fecha de la defensa de tesis: 13 de junio de 2014

Director de tesis: **Dra. Ana María Giménez**

Codirector: **Dr. Víctor Hugo Acosta**



Firma

Dr. Hugo Acosta

Decano
Facultad de Ciencias Forestales
UNSE



Firma

Dra. Ana María Giménez

Directora del Programa de Posgrado
Facultad de Ciencias Forestales
UNSE



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SANTIAGO DEL
ESTERO
Facultad de Ciencias Forestales



Título:

Diversidad estructural y composición de un bosque serrano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina

Firma

Ana María Giménez
Ingeniera Forestal (UNSE)
Dra. Ing. Forestal (UNT)
Director de tesis

Firma

Víctor Hugo Acosta
Ingeniero Forestal (UNSE)
Dr. Ingeniero de Montes (UPM)
Codirector de tesis

Comité de tesis:

Firma

Graciela Moglia
Ingeniera Forestal (UNSE)
Dra. Ing. Forestal (UNT)

Firma

Luis Chauchard
Ingeniero Forestal (AUSMA)
Dr. Ingeniero de Montes (UPM)

Jurado de tesis:

Firma

Graciela Moglia
Ingeniera Forestal (UNSE)
Dra. Ing. Forestal (UNT)

Firma

Franklin Galvão
Ingeniero Forestal (UFPR)
Prof. Dr. (UFPR)

Firma

Luis Chauchard
Ingeniero Forestal (AUSMA)
Dr. Ingeniero de Montes
(UPM)

Firma

Graciela Bolzón
Ing. Forestal (UNSE)
Dra. en Ing. Forestal
(UFPR)

Lugar y fecha de defensa de tesis:
Santiago del Estero, 13 de junio de 2014

Dedico

*A mi madre (in memoriam) y a mi
padre porque con su infinito amor
me guían en la vida*

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Forestales por el apoyo tanto logístico como material, que me dio la posibilidad de concretar este sueño.

A la Universidad Federal de Paraná, en especial a la Dra. Graciela Bolzón del Programa de Posgrado en Ingeniería Forestal, por la oportunidad concedida.

Al proyecto PICTo'S "Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco Seco", financiado por el FONCYT, ejecutado por UNSE-UNNE y dirigido por la Dra. Ana María Giménez.

Al proyecto "Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco Seco", financiado por CICyT- UNSE y dirigido por la Dra. Ana María Giménez

Al proyecto de "Monitoreo de Sistemas Productivos en el Parque Chaqueño: Subregión Chaco Semiárido", financiado por CICyT- UNSE y dirigido por el Ing. Norfolk Ríos.

Al programa de fortalecimiento de posgrado SPU- CAPES especialmente a los profesores Amaral Machado y Flanklin Galvao tutores durante la beca en la ciudad de Curitiba, Brasil.

A la Dra. Juana Moglia y el Dr. Luis Chauchard, que conformaron el Comité de Tesis, por las correcciones y valiosas sugerencias que enriquecieron mi trabajo.

A la Dra. Ana María Giménez, Directora de Tesis, por su constante disponibilidad, apoyándome con su conocimiento y experiencia. Por el tiempo que dedicó a guiarme en este largo camino dejándome crecer sin abandonarme nunca y transmitiéndome seguridad.

Al Dr. Hugo Acosta, Codirector de Tesis, por su paciencia y sus palabras de aliento, a pesar de sus múltiples obligaciones estuvo siempre presente para orientarme.

A la familia Martínez, en especial a Rosa, que me recibió en su casa y me dio su apoyo incondicional en mis estadías durante la toma de datos en el Cerro El Remate.

Agradezco a todos los que de alguna forma me auxiliaron en la elaboración de esta tesis, en particular a los Sres. Fabián Zubrinic, Ariel Facelli, Camilo Delgado, Nelson Pérez, Oscar Barreto y Mario Palavecino.

Al Ms. Sc. Norfolk Ríos por su valiosa contribución en la ejecución de este trabajo, y en mi crecimiento personal y profesional.

Agradezco la colaboración, el cariño y la paciencia de familiares y amigas, que comprendieron mis ausencias y me dieron fortaleza para seguir adelante.

A los que nominalmente no agradecí, pero que me auxiliaron en algún momento para la realización de este trabajo.

A Dios, por darme fortaleza en todo momento

INDICE GENERAL

Capítulo	Página	
1.	INTRODUCCIÓN	
1. 1.	Pérdida de biodiversidad	1
1. 2.	Composición Florística	8
1. 3.	Estructura de la Vegetación	10
1.3.1.	Patrón de distribución espacial de las especies	11
1. 4.	Análisis de diversidad vegetal	13
1. 5.	Conservación de la biodiversidad: estrategias de base	17
1. 6.	Objetivos e hipótesis	19
1.6.1.	Objetivos Generales	19
1.6.2.	Objetivos Específicos	20
1.6.3.	Objetivos secundarios	20
1.6.4.	Hipótesis	20
2.	MATERIALES	
2. 1.	Caracterización del Chaco Serrano	21
2.2.	Caracterización de Cerro El Remate	24
2.2.1.	Clima y suelo	26
2.2.2.	Hidrografía	28
2.2.3.	Geología	29
3	METODOLOGIA	
3.1.	Muestreo	32
3.1.1.	Análisis de los datos	35
3.2.	Composición florística	35
3.3.	Estructura del estrato arbóreo	36
3.3.1.	Estructura horizontal del estrato arbóreo	36
3.3.1.1.	Distribución diamétrica, área basal (m ² /ha) y cobertura copa	36
3.3.1.2.	Índices de agregación	37
3.3.1.3.	Densidad	38
3.3.1.4.	Dominancia	38
3.3.1.5.	Frecuencia	39

3.3.1.6.	Índice de Valor de Importancia	40
3.3.2.	Estructura Vertical del Estrato Arbóreo	41
3.3.2.1.	Posición Sociológica	41
3.3.2.2.	Perfiles esquemáticos de la vegetación	42
3.4.	Regeneración Natural	42
3.4.1.	Categoría de Tamaño Absoluta	43
3.4.2.	Regeneración Natural Relativa	44
3.5.	Índice de Valor de Importancia Ampliado	44
3.6.	Estructura del estrato arbustivo	45
3.6.1.	Estructura horizontal del estrato arbustivo	45
3.6.2.	Estructura vertical del Estrato Arbustivo	45
3.7.	Estructura del estrato leñoso	45
3.8.	Evaluación de la biodiversidad	47
3.8.1.	Curvas de acumulación de especies	47
3.8.2.	Diversidad alfa	47
3.8.2.1.	Medición de la riqueza específica	48
3.8.2.2.	Medición de la Estructura	48
3.8.2.2.1	Índices de abundancia proporcional	49
3.8.2.2.2.	Modelos paramétricos o de abundancia	50
3.8.3.	Diversidad beta	50
3.9.	Diagnóstico de la diversidad de especies leñosas	51
4	RESULTADOS	
4.1.	Composición florística	52
4.2.	Estructura de la vegetación	59
4.2.1.	Estructura del estrato arbóreo	59
4.2.1.1.	Estructura horizontal del estrato arbóreo	59
4.2.1.1.1.	Distribución diamétrica	59
4.2.1.1.2.	Área Basal	62
4.2.1.1.3.	Cobertura de copa	67
4.2.1.1.4.	Densidad, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbóreo	71
4.2.1.1.5.	Índice de valor de Importancia	73
4.2.1.1.6.	Distribución espacial	75
4.2.1.2.	Estructura vertical del Estrato arbóreo	76
4.2.1.2.1.	Posición Sociológica	76

4.2.1.2.2.	Perfiles esquemáticos de la vegetación	78
4.2.2.	Estructura de la Regeneración Natural	79
4.2.2.1.	Estructura horizontal de la regeneración natural	80
4.2.2.2.	Estructura vertical de la regeneración natural	81
4.2.2.3.	Regeneración Natural Relativa	84
4.2.4.	Índice de Valor de Importancia Ampliado	85
4.2.5.	Estructura del estrato arbustivo	86
4.2.5.1.	Estructura horizontal del estrato arbustivo	86
4.2.5.1.1.	Densidad y frecuencia	86
4.2.5.1.2.	Patrón de distribución espacial para el estrato arbustivo	87
4.2.5.2.	Estructura vertical del estrato arbustivo	88
4.2.5.3.	Índice de importancia ecológica para el Estrato Arbustivo	90
4.2.6.	Estructura del estrato leñoso	91
4.2.6.1.	Estructura horizontal leñosa	91
4.2.6.2.	Estructura vertical leñosa	93
4.2.6.3.	Índice de valor de importancia leñoso	95
4.3.	Evaluación de la biodiversidad	97
4.3.1.	Curvas de acumulación de especies	97
4.3.2.	Diversidad alfa	99
4.3.2.1.	Diversidad alfa del estrato arbóreo	99
4.3.2.1.1.	Índices de abundancia proporcional	99
4.3.2.1.2.	Índices no paramétricos	102
4.3.2.1.3.	Modelos de abundancia para el estrato arbóreo	102
4.3.2.1.4.	Análisis multivariado	103
4.3.2.2.	Diversidad alfa de la regeneración de especies arbóreas	104
4.3.2.2.1.	Modelos de abundancia para la regeneración natural de especies arbóreas	105
4.3.2.3.	Diversidad alfa del estrato arbustivo	106
4.3.2.3.1.	Índices de abundancia proporcional	106
4.3.2.3.2.	Índices no paramétricos	108
4.3.2.3.3.	Modelos de abundancia para el estrato arbustivo	108
4.3.2.3.4.	Análisis Cluster de las especies del estrato arbustivo	109
4.3.2.4.	Diversidad alfa en el estrato leñoso	110
4.3.2.4.1.	Índices de abundancia proporcional	110
4.3.2.4.2.	Modelos de abundancia para el estrato leñoso	111
4.4.	Diversidad beta	112

4.4.1.	Diversidad beta en el estrato arbóreo	112
4.4.2.	Diversidad beta en el estrato arbustivo	113
4.4.3.	Diversidad beta en el estrato leñoso	115
4.5.	Diagnóstico de la diversidad y estructura	117
5	DISCUSIÓN	120
6	CONCLUSIONES	129
7	RECOMENDACIONES	131
8	BIBLIOGRAFÍA	132

INDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Superficie por subregión y zona de Chaco Argentino	22
2	Listado de especies leñosas censadas en el área de estudio	52
3	Número de especies agrupadas por familia taxonómica y género	54
4	Número de especies por familia taxonómica y por hábito, localizadas durante el censo.	56
5	Composición florística según datos de muestreo en el área de estudio.	57
6	Especies localizadas en el muestreo en los 2 pisos altitudinales y las 4 transectas considerados en el muestreo.	58
7	Prueba de Kruskal Wallis para las especies arbóreas principales para los niveles altitudinales establecidos	64
8	Número de árboles por hectárea (N° arb/ha), Área basal (m ² /ha), Diámetro a 1,30 mínimo y máximo (dap min- máx.), altura total mínima y máxima (ht min- máx.), altura de fuste máxima (hf máx.), porcentaje de árboles bifurcados (% arb/ha bif)	67
9	Porcentaje de cobertura de copa por hectárea para las especies arbóreas	67
10	Regresión lineal diámetro de copa y dap	69
11	Regresión lineal superficie de copa y sección normal	70
12	Regresión lineal diámetro de copa y altura total	70
13	Abundancia absoluta (Aa) y relativa (Ar); Frecuencia absoluta (Fa) y relativa (Fr); Dominancia absoluta (DoA) y relativa (DoR) del estrato arbóreo	71
14	Índice de valor de Importancia (IVI) para las especies del estrato arbóreo	73
15	Índice de valor de Importancia (IVI e IVI%) para las especies del estrato arbóreo en altitud (P1 y P2) y en latitud (T1, T2, T3 y T4)	74
16	Patrón de distribución espacial para las especies del estrato arbóreo según los índices de agregación: IGA= Índice de Mac Guinness; K= índice de Fracker & Brischle	75
17	Posición Sociológica Absoluta (PSA) y Posición Sociológica Relativa (PSR) del estrato arbóreo agrupando las alturas totales en 3 substratos.	76
18	Densidad absoluta (Da) y relativa (Ar); frecuencia absoluta (Fa) y relativa (Fr)	80
19	Categoría de tamaño absoluta (CTaRN) y relativa (CTrRN) para las alturas de los individuos de la regeneración natural.	81

20	Individuos por hectárea por categoría de tamaño según Hosokawa, por piso altitudinal	82
21	Regeneración Natural relativa (RNr)	84
22	Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)	85
23	Densidad absoluta (Da), Densidad relativa (Dr), Frecuencia absoluta (Fa) y Frecuencia relativa (Fr) del estrato arbustivo.	86
24	Patrón de distribución para las especies del estrato arbustivo según los índices de agregación: IGA= Índice de Mac Guinness; K= índice de Fracker & Brischle.	88
25	Clases de altura del estrato arbustivo	89
26	Estructura vertical arbustiva absoluta (EVaa) y relativa (EVar)	89
27	Índice de importancia ecológica para el Estrato Arbustivo	90
28	Frecuencia absoluta (Fa), frecuencia relativa (Fr), densidad absoluta (Da) y densidad relativa (Dr) del estrato leñoso	92
29	Niveles de alturas absolutas (NAa) y Niveles de alturas relativas (NAr) de las especies leñosas en conjunto.	93
30	Índice de Importancia leñoso	95
31	Resumen de los índices aplicados en la estructura de la vegetación leñosa	97
32	Índices de diversidad alfa del estrato arbóreo a partir del área basal (m^2/ha) y del número de individuos por especie (n° indiv/sp)	99
33	Índices de diversidad alfa a partir del área basal (m^2/ha) y del número de individuos por especie (n° indiv/sp), por piso de altitud (P)	99
34	Índices de diversidad alfa a partir del área basal (m^2/ha) y del número de individuos por especie (n° indiv/sp), por transecta (T)	100
35	Test de t para la diversidad de Shannon (con n° de individuos por especie) por pisos de altitud y por transectas.	101
36	Índices no paramétricos por transectas y pisos de altitud	102
37	Modelos de abundancia para el estrato arbóreo	102
38	Índices de diversidad alfa de la regeneración natural de especies arbóreas	105
39	Modelos de abundancia para la regeneración natural de las especies arbóreas	105
40	Índices de diversidad alfa para el estrato arbustivo	106
41	Índices de diversidad alfa, para el estrato arbustivo, por piso de altitud y por transectas	107
42	Test de t para la diversidad de Shannon por pisos de altitud y por transectas	107
43	Índices no paramétricos para las especies del estrato arbustivo	108

44	Modelos de abundancia para el estrato arbóreo y arbustivo en conjunto.	108
45	Índices de diversidad alfa, para el estrato leñoso	110
46	Test de t para la diversidad de Shannon por pisos de altitud y por transectas.	110
47	Modelos de abundancia para el estrato arbóreo y arbustivo en conjunto.	111
48	Diversidad beta por pisos de altitud para el estrato arbóreo	112
49	Diversidad beta por pisos de altitud (P1 y P2) y por transectas (T1, T2, T3 Y T4) para el estrato arbustivo	113
50	Diversidad beta para el estrato leñoso	116

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Biodiversidad composicional, estructural y funcional, que se muestra como círculos concéntricos, cada uno abarcando múltiples niveles de organización. Este marco conceptual puede facilitar la selección de los indicadores que representan los muchos aspectos de la biodiversidad que requieren atención en los programas de vigilancia y evaluación ambientales	
2	Localización del área bajo estudio. Cerro El Remate, Santiago del Estero- Argentina	25
3	Ubicación de Cerro El Remate según la zonificación de la Provincia de Santiago del Estero- Ley N° 6841/ 06	26
4	Isotermas (izquierda) e isohietas (derecha) de la provincia de Santiago del Estero	27
5	Mapa de suelos de la provincia de Santiago del Estero	28
6	Hidrografía de la provincia de Santiago del Estero	29
7	a) Mapa geológico regional; b) Detalle de la estructura subaflorente	31
8	Ubicación de las transectas principales de muestreo (T1, T2, T3, T4)	33
9	Distribución de las parcelas en las transectas y niveles altitudinales	33
10	Forma y tamaño de las parcelas o unidades de muestreo	34
11	Análisis de la estructura de la vegetación, horizontal (figura superior) y vertical (figura inferior).	46
12	Clasificación de las especies según su hábito de vida.	55
13	Distribución diamétrica por especie en clases de 5 cm de amplitud	60
14	Gráfico de cajas (<i>box plot</i>) de los diámetros normales o dap, por especie.	60
15	Clases diamétricas en ambos niveles altitudinales (P1 y P2)	61
16	Gráfico de cajas (<i>box plot</i>) de los diámetros normales para los dos pisos altitudinales considerados en el muestreo.	61
17	Distribución diamétrica por transectas	62
18	Área basal (m^2/ha) para cada especie del estrato arbóreo	63
19	Área basal por especie en los dos niveles altitudinales: P1 y P2.	63
20	Área basal por especie en las cuatro transectas principales: T1, T2, T3 Y T4	64
21	Gráfico de cajas (<i>box plot</i>) del Área basal por especie.	65
22	Gráfico de cajas (<i>box plot</i>) área basal por especie y por piso altitudinal	65

23	Gráfico de cajas (box plot) de la distribución del área basal (m ² /ha) por especie en T1	66
24	Gráfico de cajas (box plot) de la distribución del área basal (m ² /ha) por especie en T2	66
25	Gráfico de cajas (box plot) de la distribución del área basal (m ² /ha) por especie en T3	66
26	Gráfico de cajas (box plot) de la distribución del área basal (m ² /ha) por especie en T4	66
27	Porcentaje de cobertura de copa por especie.	68
28	Análisis de regresión lineal para <i>Sideroxylon obtusifolium</i>	69
29	Análisis de regresión lineal para <i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	69
30	Análisis de regresión para <i>Caesalpinia paraguarensis</i>	70
31	Análisis de regresión lineal para <i>Ziziphus mistol</i>	70
32	Análisis de regresión lineal para <i>Schinopsis marginata</i>	71
33	Densidad del estrato arbóreo	72
34	Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo	73
35	Índice de valor de Importancia (IVI%) para las especies del estrato arbóreo en las 4 transectas principales	74
36	Estructura vertical de las especies arbóreas en cada subestrato.	77
37	Perfil de la transecta principal T1.	78
38	Perfil de la transecta principal T2.	78
39	Perfil de la transecta principal T3.	79
40	Perfil de la transecta principal T4.	79
41	Densidad relativa de la regeneración arbórea	80
42	Categorías de tamaño de la regeneración natural	82
43	Distribución de individuos de la regeneración natural por alturas en el Piso 1.	83
44	Distribución de individuos de la regeneración natural por alturas en el Piso 2	83
45	Regeneración natural relativa	84
46	Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)	85
47	Densidad relativa del estrato arbustivo	87
48	Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo	91
49	Densidad relativa de las especies leñosas	93
50	Alturas totales de las especies leñosas.	95
51	Índice de valor de importancia leñoso relativo (IVIL%)	96
52	Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo	98
53	Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo	98

54	Regresión lineal entre Shannon H' (nº de individuos) y Shannon H' (AB)(área basal)	101
55	Modelo de abundancia Vara quebrada (<i>broken stick</i>) al cual ajusta el estrato arbóreo	103
56	Análisis cluster de las especies del estrato arbóreo	104
57	Modelo de abundancia Serie normal logarítmica para la regeneración natural de especies arbóreas	106
58	Modelo de Serie geométrica al cual ajusta el estrato arbustivo	109
59	Análisis cluster de las especies del estrato arbustivo	109
60	Modelo de abundancia Serie normal logarítmica, en el estrato leñoso.	112
61	Análisis de similitud (cualitativo) Jaccard entre transectas para el estrato arbustivo.	114
62	Análisis de similitud (cuantitativo) Morisita entre transectas para el estrato arbustivo.	115
63	Análisis Cluster de Jaccard para el estrato leñoso	116
64	Herramientas que intervienen en la elaboración de estrategias de conservación	119

INDICE DE ANEXOS

Anexo		Página
I	El ambiente de Cerro El Remate	140
II	Tabla de datos estadísticos	142
III	Clave de especies	146

DECLARACIÓN

Declaro que el material incluido en esta tesis es, a saber y entender, original, y producto de mi propio trabajo (salvo en la medida en que se identifiquen explícitamente las contribuciones de otros), y que este material no ha sido presentado, en forma total o parcial, como una tesis en ésta u otra institución

Patricia del Carmen Hernández

Diversidad estructural y composición de un bosque serrano de la provincia de Santiago del Estero, Argentina

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 sólo a la pérdida de especies biológicas sino también a su importante papel en el equilibrio ecológico del planeta. Por ende, son problemas sistémicos que requieren de un abordaje holístico, que permitan la comprensión de las relaciones recíprocas entre seres humanos y la diversidad biológica. Es objetivo de la tesis: analizar la diversidad estructural y composición de Cerro El Remate y sentar bases para la elaboración de estrategia de conservación adecuada a su categoría de área protegida. El estudio se realizó en un bosque del Chaco serrano, en Santiago del Estero, Argentina. Se analiza la biodiversidad forestal en 16 parcelas según diseño de muestreo sistemático, en la ladera Sudoeste, según dos niveles de altura y 4 transectas principales. Se releva el estrato arbóreo y arbustivo según las variables: sp, n° de individuos, dap, altura total, cobertura de copa y área basal. Se analiza la estructura horizontal de la masa según patrones de distribución y la estructura vertical. Se calculan índices fitosociológicos y de diversidad α y β . Las variables son tratadas por métodos uni y multivariados.

El bosque serrano estudiado es una masa homogénea en referencia a su composición florística e irregular en cuanto a los parámetros dasométricos. En el gradiente altitudinal no presenta diferencias significativas en cuanto a la diversidad florística, sí en el latitudinal. En la comunidad predomina un patrón de distribución en agregados. Las especies arbóreas de mayor índice de valor de importancia (IVI) son las dominantes del Chaco Serrano: *Caesalpinia paraguariensis*, *Schinopsis marginata*, *Ceiba insignis*, *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Phyllostylon rhamnoides*. El 70% de las leñosas corresponden al estrato arbustivo; siendo las de mayor importancia ecológica *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora*, *Capparis retusa* y *Capparis tweediana*.

Se propone un índice integral (IVIL) para determinar la importancia ecológica de las leñosas, el cual muestra mayores valores para: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora* y *Caesalpinia paraguariensis*. Las mismas ajustan al modelo serie normal logarítmica que caracteriza comunidades grandes, estables, en equilibrio y se encuentra en un estadio sucesional intermedio entre las etapas pioneras y tardías.

Palabras clave:

Structural diversity and composition of a serrano forest in the province of Santiago del Estero, Argentina

ABSTRACT

Is essential to assess forest biodiversity to effectively conserve and sustainably manage forest resources. Recent biodiversity policies not only respond to the loss of biological species but also their role in the ecological balance of the planet. Are systemic problems that require a holistic approach to enable understanding of the interrelationships between humans and biodiversity. The aim of the thesis was to analyze the structural diversity and composition of Cerro El Remate and lay foundation for the development of strategy appropriate to the category of conservation protected area. The study area is a serrano Chaco forest in Santiago del Estero, Argentina. Forest biodiversity is analyzed into 16 plots as systematic sampling design in the Southwest side, according to two height levels and 4 main transects. Tree and shrub layer are studied according to the variables: sp, individual number, dbh, total height, crown cover and basal area. The horizontal structure is analyzed according to the mass distribution patterns and the vertical structure. Phytosociological and α , β diversity indices were calculated. The variables are treated by univariate and multivariate methods.

The mountain forest is floristically homogeneous and irregular in their dasometric parameters. The floristic diversity shows significant differences in the latitudinal gradient, not in altitudinal. Community distribution pattern in aggregates predominates. Tree species of greatest importance value index (IVI) are dominant in the Chaco Serrano: *Caesalpinia paraguariensis*, *Schinopsis marginata*, *Ceiba insignis*, *Aspidosperma quebracho -blanco* and *Phyllostylon rhamnoides*. 70% are woody shrub species, being the most important ecological: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apetala*, *Ruprechtia triflora*, *Capparis retusa* and *Capparis twediana*.

We propose a integral index (IVIL) to determine the ecological importance of woody, which shows higher values for *Acacia praecox*, *Ruprechtia apetala*, *Ruprechtia triflora* y *Caesalpinia paraguarensis*. Woody accordance with the lognormal model series features large, stable, and balanced communities in a successional stage intermediate between the pioneers and later stages.

Key words:

1. INTRODUCCIÓN

1.1. La pérdida de biodiversidad

La biodiversidad desempeña un papel clave en la satisfacción de las necesidades humanas básicas, al mismo tiempo que mantiene los procesos ecológicos de los que depende el funcionamiento de la biosfera y nuestra propia supervivencia. Se estima que aproximadamente el 40% de la economía global se basa en productos y procesos biológicos, y que los bienes y servicios proporcionados por los ecosistemas alcanzan un valor que sería el doble que el valor de la producción total.

Una de las definiciones de biodiversidad más extensas es la que proporciona la Convención sobre la Diversidad Biológica, la cual expresa que “por diversidad biológica se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas los ecosistemas terrestres y marinos, y otros ecosistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Convention Biological Diversity, 1992).

Existen numerosas definiciones del concepto de biodiversidad. En general todas coinciden en que ésta refiere a la variedad de seres vivos (Gaston y Spicer, 1998), a menudo organizada a efectos analíticos en tres niveles: genético, taxonómico y ecosistémico, y en un sentido más amplio a la heterogeneidad de la naturaleza, en el entendido de que ésta resulta de la interacción entre elementos bióticos y abióticos (Pickett y Cadenasso, 2002) El concepto es sin embargo vago y no tiene una definición científica estricta. Esta vaguedad genera dificultades importantes y a menudo desapercibidas a la hora de cuantificar y acordar objetivos para la acción.

Frecuentemente los interlocutores simplemente están manejando ideas diferentes al referirse a la biodiversidad, lo que genera perspectivas distintas sobre prioridades, la valoración de un sitio o su estado. En Uruguay, un ejemplo paradigmático lo constituye las distintas percepciones sobre la biodiversidad que albergan los cultivos forestales. Mientras que algunos actores sostienen que ésta es alta porque pueden albergar una importante riqueza de especies, otros sostienen que al sustituir ecosistemas naturales, favoreciendo especies tolerantes a las actividades humanas en desmedro de otras, y homogeneizando el paisaje, contribuyen a un empobrecimiento en la diversidad de especies y ambientes a escala regional. Más allá de esto, sí es cierto que existe una percepción generalizada de que la biodiversidad es buena, por lo tanto hay que protegerla, y que el valor de un sitio puede estimarse por la “cantidad” de biodiversidad que alberga (Gaston y Spicer, 1998).

Las referencias y menciones del concepto biodiversidad a partir del final de los años 80, han tenido un crecimiento exponencial. Nuñez *et al.* (2003) señalan que no todas se refieren a los mismos aspectos ni dimensiones, incluso difieren dependiendo del contexto en el que se encuentran inmersas; en el ámbito científico este comportamiento depende de la disciplina y el área de trabajo del investigador. Más aún, se ha observado el empleo de diferentes definiciones en la negociación de convenios y acuerdos internacionales, así como en la toma de decisiones en distintos ámbitos. Lo mismo sucede al referirse a la biodiversidad en términos de importancia y valor económico y sus repercusiones sociales. Por supuesto, este comportamiento también se observa al comunicar el tema de la biodiversidad a la opinión pública.

Soutullo (2006) sostiene que como es poco probable que se logre acuñar una definición de biodiversidad que sea a la vez simple, comprensiva y operativa (en términos de las decisiones que involucra el manejo), una aproximación más útil podría ser identificar una serie de componentes dentro de los distintos niveles de organización sobre los que centrar el monitoreo y en el caso de la planificación, los objetivos. Noss (1990) propone partir de la base de que la biodiversidad posee tres atributos fundamentales: composición, estructura y función. Estos refieren respectivamente a: 1) la identidad de los elementos que componen la biota de un sitio, 2) la estructura física de esa biota y las características en términos ecológicos y filogenéticos de los ensamblajes que forman dichos elementos, y 3) los procesos que generan y mantienen la composición y estructura de dicha biota. Desde una perspectiva humana, estos últimos incluyen a los servicios

ambientales, que representan los beneficios que los humanos obtienen de los procesos naturales. A la hora de analizar la biodiversidad de un sitio, Noss (1990) sugiere considerar cuatro niveles de organización: paisaje, comunidad-ecosistema, población-especie y genético.

La biodiversidad resulta de procesos y patrones ecológicos y evolutivos irrepetibles (Jeffries, 1997). Por lo mismo la configuración actual de la diversidad biológica puede explicarse históricamente mediante el análisis de los procesos que han dado origen, han mantenido y han alterado la biodiversidad, tales como la diversificación genética y de especies, las extinciones y la dinámica de las comunidades y los ecosistemas. La propia evolución humana debe verse como un proceso vinculado al origen y mantenimiento de la diversidad biológica en su conjunto (Solís *et al.*, 1998; citado por Núñez *et al.*, 2003).

Los seres vivos a través de los procesos de la mutación, recombinación y aislamiento genético y de la adaptación a condiciones ambientales distintas, tienden hacia una mayor diversidad. Si la evolución es el proceso esencial del mundo vivo, la diversidad es a su vez la principal consecuencia de la evolución. A diferencia de la naturaleza, el ambiente social de nuestro mundo, tiende a simplificar los sistemas, busca la eficiencia en la producción de satisfactores. El dominio de los sistemas más eficientes lleva a la homogeneidad. La homogeneidad destruye la diversidad. (Halffter, 1992)

Burley (2002) afirma que la diversidad biológica forestal o biodiversidad forestal, es un recurso fundamental, pues incluye las especies del mundo y sus genes constitutivos, de los que depende la salud y la prosperidad de la humanidad, así como el buen orden del medio ambiente. La pérdida de ecosistemas, especies y genes es una importante amenaza para la supervivencia humana y de otros organismos.

La continuada y creciente alteración de origen antrópico sobre los ecosistemas terrestres y marinos, sobrepasando en ocasiones los umbrales de resiliencia que éstos pueden soportar, está favoreciendo la desaparición de las especies de flora y fauna que de ellos dependen (Myers, 1989; Wilson, 1985; citados por Nogués Bravo, 2003). Esta situación ha concitado la preocupación de la comunidad internacional, lo que se ha expresado en una serie de reuniones y convenios internacionales y en paralelo, en un aumento de la investigación científica (Berna 1913; Fontainebleau, 1948; Atenas, 1958;

Programa Hombre y Biosfera, 1971; Estocolmo, 1972; Washington, 1990; Río de Janeiro, 1992; citados por Nogués Bravo, 2003).

Investigaciones recientes indican que, en promedio, la biodiversidad aumenta la estabilidad de los ecosistemas, y esta depende de la habilidad de las comunidades de contener especies o grupos funcionales, que son capaces de responder diferencialmente. Si la alta biodiversidad favorece la estabilidad ecológica, la acelerada pérdida de especies puede desestabilizar o inclusive llevar al colapso a ecosistemas completos (McCann, 2000 citado por Squeo *et al.*, 2001).

Para Halffter (1992) la biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en diferentes modos de ser para la vida. Esta se muestra en toda la escala de organización de los seres vivos, por lo cual su estudio puede ser una de las aproximaciones más útiles en el análisis comparativo de comunidades o regiones naturales. Así, la diversidad florística de un área y los patrones de distribución de su vegetación son elementos relevantes a la hora de caracterizar una determinada región geográfica (Halffter, 1992; citado por Teiller *et al.*, 2004).

Según Newton y Kapos (2003) es esencial evaluar la biodiversidad forestal, para conservar eficazmente y ordenar de forma sostenible los recursos forestales. 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.

Es importante considerar que la biodiversidad forestal a nivel del ecosistema es la posibilidad de que una gestión deficiente conduzca a una transformación profunda y permanente de un bosque muy productivo en un sistema mucho menos productivo (como una pradera). La investigación reciente ha puesto de manifiesto que incluso los cambios graduales en el clima, el flujo de los nutrientes, la extracción de recursos naturales y la fragmentación del hábitat pueden comportar cambios súbitos de gran alcance en la naturaleza de un ecosistema forestal (Scheffer *et al.*, 2001; citado por MaccNeely, 2002)

La biodiversidad como servicio ambiental: En la era de la economía ecologizada la naturaleza deja de ser un objeto del proceso de trabajo para ser codificada en términos del capital. Mas ello no le devuelve el ser a la naturaleza, sino que la transmuta en una

forma del capital (capital natural) generalizando y ampliando las formas de valorización económica de la naturaleza (O'Connor, 1993 citado por Leff, 2013). Es en este sentido que, junto con las formas ancestrales de explotación intensiva que caracterizaron al "pillaje del tercer mundo", hoy se promueve una explotación "conservacionista" de la naturaleza. La biodiversidad aparece no sólo como una multiplicidad de formas de vida, sino como zonas de reservas de naturaleza (territorios y hábitat de esa diversidad biológica y cultural), que hoy están siendo valorizados por su riqueza genética, sus recursos ecoturísticos y su función como colectores de carbono. (Jalée, 1968 citado por Leff, 2013)

Las políticas recientes en torno a la biodiversidad no responden tan sólo a una preocupación por la pérdida de especies biológicas y por su importante papel en el equilibrio ecológico del planeta sino que la biodiversidad se ha revelado como un enorme banco de recursos genéticos que constituyen la materia prima de los grandes consorcios de las industrias farmacéuticas y de alimentos, cuyo valor económico supera ya el de los consorcios petroleros (Leff, 2013).

La biodiversidad provee ciertos servicios ambientales; es decir proporciona las condiciones y procesos naturales de los ecosistemas (incluyendo las especies y los genes) por medio de los cuales los seres humanos obtienen variados beneficios. Algunos de los servicios proporcionados por la biodiversidad son la degradación de desechos orgánicos, la formación del suelo y el control de la erosión, la fijación del nitrógeno, el incremento de los recursos alimenticios de cosechas y su producción, el control biológico de plagas, la regulación del clima, los productos farmacéuticos y naturistas, el secuestro de dióxido de carbono y muchos más (Loa *et al.*, 1998 citado por Núñez *et al.*, 2003). Los seres humanos se benefician de todos estos servicios y bienes, muchos de los cuales se encuentran profundamente asociados a valores religiosos, culturales, éticos y estéticos (Alba y Reyes, 1998 citado por Núñez *et al.*, 2003)

Otro punto de vista sobre el concepto de biodiversidad: Los problemas de biodiversidad como muchos problemas medioambientales que hoy afectan a la vida humana, son problemas interdependientes, es decir, son problemas sistémicos. Para comprenderlos en su real magnitud, es importante situarse desde un punto de vista que permita una mirada amplia, que trascienda las disciplinas y los saberes y brinde el contexto para

poder trabajar desde un foco elevado y a la vez profundo (Vásquez y Carmona, 2006 citado por Vásquez-Rodríguez, 2007)

Según Rozzi *et al.* (2003) “la comprensión de las relaciones recíprocas entre seres humanos y diversidad biológica, lleva a optar por el término diversidad biocultural, que tiene fundamentos en planos cognitivos y de representación teórica del mundo, como también en niveles de prácticas de vida y de relación material con el mundo natural. En el primer plano, los conceptos y el conocimiento acerca de la diversidad biológica constituyen una obra humana. En consecuencia, la construcción, interpretación e investigación del concepto biodiversidad conllevan un ineludible componente cultural”. (Rozzi *et al.* 2003 citado por Vásquez-Rodríguez, 2007)

Pérdida de biodiversidad en la Ecorregión del Chaco: La región del Chaco sufre la explotación forestal irracional y continuada desde principios del siglo XX por lo tanto es imperante la necesidad de analizar la diversidad de sus ecosistemas para elaborar estrategias de conservación que no limiten su desarrollo productivo. Ello implica, al menos, a considerar tres componentes para la estrategia, la identificación de los sitios de alto valor de conservación, la promoción de planes de manejo forestal sustentables y de un ordenamiento territorial.

Torrela y Adámoli (2005) mencionan que la escasa cobertura vegetal del suelo, acentuada por los malos manejos del ganado, la extracción forestal o la agricultura, hace que la erosión hídrica y eólica se convierta en uno de los principales factores de degradación del ambiente. Burkart (2007) afirma que las actividades tanto ganaderas como agrícolas se expanden con escasa o nula planificación por lo que, en muchos casos, es más grave el desorden de este avance que la cantidad de hectáreas que se desmontan.

El panorama mundial actual muestra una degradación creciente y un agotamiento de los sistemas biológicos y su diversidad. El hombre, a través de sus estrategias acordes con los patrones económicos imperantes, convierte ecosistemas complejos en ecosistemas simples lo cual pone en riesgo la estabilidad de los procesos biofísicos y es una de las causas de la crisis de la biodiversidad.

La experiencia empírica local en Charata, Dpto. Chacabuco, Provincia del Chaco indica que en 5 años de soja sobre soja los suelos se degradan y demandan aplicación costosa de fertilizantes y que en 5 años de recibir la deriva de pulverizaciones con el complejo glifosato y coadyuvantes, y surfactantes los quebrachales de manchones contiguos al parche cultivado mueren parcial o totalmente (Totino, 2009 citado por Morello y Rodríguez, 2009)

Morello y Rodríguez (2009) advierten que se debe tener en cuenta el apremiante riesgo ecológico en el Gran Chaco porque en dos décadas ha mutado de un paisaje con matriz forestal y manchones cultivados a otro con matriz de soja, girasol y algodón con manchones de fragmentos pequeños de bosques y sabanas nativas.

Torrela y Adámoli (2005) afirman que la explotación forestal se practicó históricamente como una extracción minera y no como el aprovechamiento sustentable de un recurso renovable, y que esto llevó a que las especies más buscadas vieran diezmadas sus poblaciones y que llegaran muchas veces al límite de la extinción comercial, que difiere de la extinción biológica porque en ella la especie está presente, pero no en diámetros ni en volúmenes comercializables.

Debido a las condiciones de sequía que padecen los bosques secos, el reclutamiento de plántulas y las tasas de crecimiento son afectadas y son menores a la de los bosques tropicales húmedos. Se debe considerar además que los bosques secos están sujetos a incendios forestales de gran magnitud, debido a la acumulación de materia orgánica seca sin descomponer, aunque existen evidencias que estos bosques son menos susceptibles a estos eventos por las adaptaciones que tienen sus especies. (Gerhardt 1994, McLaren & McDonald, 2003; citados por Uslar *et al.*, 2004)

Giménez *et al.*, (2011) afirman que pocos estudios hacen referencia a la diversidad de bosques la Ecorregión del Chaco, y citan a Adámoli *et al.*, (1990) 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, y a Tálamo y Cazziani (2002), que analizan la diversidad de un área del Parque Copo.

Se ha demostrado que el deterioro de los recursos naturales y de las condiciones de vida de la población indican que la interacción bosque-ganadería y la economía

ecológica del sistema son poco entendidas o no se las toma adecuadamente en cuenta (Prado *et al.*, 2004).

La superficie de la subregión Chaco Serrano es aproximadamente un 12 % del total de la Ecorregión Chaco, y según lo mencionan Torrela y Adámoli (2005), el área ocupada por bosques serranos disminuye debido a factores tanto naturales como antrópicos.

Cagnolo *et al.* (2006) afirman que el 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.

La composición florística de estos bosques 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 (Cabido *et al.*, 1991; Suárez & Vischi, 1997; Cantero *et al.*, 2001; Gurvich *et al.*, 2005; citado por 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. (Giorgis *et al.*, 2011)

El área de estudio, el Cerro El Remate, es un bosque serrano que pertenece al sistema de áreas protegidas de la provincia de Santiago del Estero. Por lo tanto es necesario contar con información precisa sobre su estructura, composición de especies, y a través de la aplicación de índices existentes conocer el grado de conservación de la biodiversidad de especies leñosas y proponer nuevos indicadores e índices adecuados para aportar en la elaboración de estrategias adecuadas a su condición de área protegida.

1. 2. Composición Florística

De acuerdo a Goldsmithy Harrison (1976), los estudios de vegetación generalmente requieren consideraciones respecto a la composición de especies de un área. Se

considera también que la composición florística de un bosque nativo se puede expresar a través de su diversidad. (Goldsmithy Harrison, 1976; citado por Schorn, 2005)

Magurran (1989) argumenta que la riqueza de especies se ha utilizado con éxito en varios estudios de vegetación ya que las medidas de diversidad muchas veces ofrecen más información de lo que proporciona el número de especies aisladamente.

En diversos puntos del planeta se desarrollan proyectos que incluyen el análisis de diversidad estructural de los bosques algunos de los cuales se toman como antecedente para el desarrollo del presente proyecto de tesis doctoral. Del Río *et al.* (2003) realiza una revisión de los índices de diversidad estructural en masas forestales destacando la importancia de este tipo de análisis en la elaboración de estrategias de conservación de la biodiversidad y la gestión forestal.

La relevancia de los estudios de estructura y composición florística se reflejan en estudios que permiten 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 Sáenz, 1986; citado por Humano *et al.*, 2012)

En América del Sur se aplica esta metodología como lo menciona Araujo- Murakami *et al.* (2005, 2009) en su trabajo realizado en el Parque Nacional Madidi de Bolivia. Godínez- Ibarra y López- Mata (2002) analizan una porción de selva en el estado de Veracruz, México con el objetivo de comparar la estructura, composición, riqueza y diversidad de especies de árboles presentes en la selva con diferentes fases de regeneración natural.

Montes Pita (2004) ejecuta su tesis doctoral en España donde propone el manejo silvícola de dos pinares ubicados en diferentes sitios basándose en el análisis de su diversidad estructural. Mientras que Pineda García *et al.* (2007) describen la composición florística, la riqueza y la diversidad de especies de un bosque tropical y en base a este análisis comparan los valores de diversidad y estructura con otros sitios.

Para que sea posible la conservación del área de estudio es necesaria una mayor comprensión de su estructura, diversidad y distribución. Con base en estos conocimientos se pueden elaborar estrategias de conservación prácticas y eficientes, reduciendo en lo posible, las especulaciones teóricas (Blum, 2006)

El Gran Chaco 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; citado por Prado *et al.*, 2004). Su vegetación consiste fundamentalmente de bosques xerofíticos y espinosos densos, abiertos y hasta sabanas dominados por especies arbóreas del género *Schinopsis*, conocidas como 'quebrachos', frecuentemente acompañadas por *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Bulnesia sarmientoi*, y diversas especies de los géneros *Prosopis* y *Acacia* (Morello y Adámoli, 1968, 1974; citado por Prado *et al.*, 2004). Giorgis *et al.* (2011) señalan que la vegetación característica del Distrito Serrano es un bosque xerófilo a subxerófilo dominado por *Schinopsis marginata* Engl. y *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl.

Flores *et al.* (2002) afirman que la vegetación, como elemento estructural básico del flujo energético de los ecosistemas, se constituye en un factor decisivo para la conservación de vida silvestre. Este es un punto muy importante a tener en cuenta para futuras investigaciones que tomen como base el presente estudio de vegetación.

El Gran Chaco 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; citado por Prado *et al.*, 2004).

1. 3. Estructura de la Vegetación

Los bosques son ecosistemas complejos en cuya estabilidad y desarrollo intervienen multitud de procesos e interrelaciones entre los diferentes organismos que forman parte de ellos. Actualmente los bosques abarcan casi 4.000 millones de hectáreas, aproximadamente el 30 % de la superficie terrestre mundial. Aunque la tasa de pérdida neta de los bosques ha disminuido en los últimos años, el planeta todavía sigue perdiendo unos 200 km² de bosque al día (FAO, 2009).

A través de los distintos períodos históricos los grupos humanos han influido y alterado los ecosistemas de muy diferentes maneras (McNeely *et al*, 1990), pero ello no debe verse como un proceso enteramente negativo, toda vez que en muchas regiones del planeta la biodiversidad ha aumentado gracias a la domesticación de ciertas plantas y animales. Desde esta perspectiva, muchas actividades humanas han sido el soporte para mantener las especies y la diversidad genética (McNeely *et al*, 1990), procesos que responden y ponen de manifiesto la diversidad sociocultural (Solís *et al.*, 1998; Takacs, 1996; citado por Nuñez *et al*, 2003).

En el estudio de la estructura de la vegetación de un bosque es importante analizar la distribución diamétrica la cual indica la frecuencia con que aparece representada una cierta clase de diámetro en el rodal. Permite tener una visión exacta de la estructura del rodal (Prodan, 1997). Ajbilou *et al*, 2003, sostiene que el análisis de la distribución de las clases diamétricas para las diferentes clases arbóreas de una masa forestal permite evaluar su estado ecológico y de conservación; en particular permite detectarla falta de regeneración o el envejecimiento de las masas.

Otra característica importante es la densidad de un rodal que se utiliza como variable de decisión o control en intervenciones silviculturales, o en modelos simuladores de desarrollo y crecimiento, también como variable predictora. El número de árboles por hectárea y el área basal se utilizan como índices de densidad absolutos del rodal (Prodan, 1997).

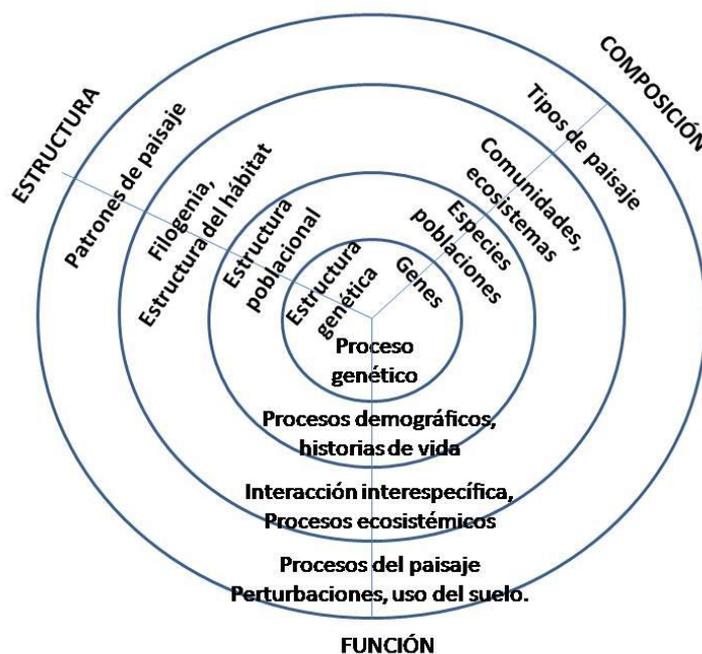
El análisis de estructura horizontal incluye la determinación de la frecuencia que ofrece información sobre la uniformidad de la distribución de las especies. Se define como el porcentaje de la ocurrencia de especies en una serie de muestras de tamaño uniforme contenidas en una comunidad (Daunbenmire, 1968 citado por Schorn, 2005)

1.3.1. Patrón de distribución espacial de las especies

La estructura horizontal en una masa forestal viene determinada por la distribución en el espacio de los árboles o patrón espacial. Para estudiar el patrón espacial en un monte, la técnica más habitual es comparar la distribución de pies presente con una distribución que se toma de referencia, normalmente la distribución aleatoria o de

Poisson, pudiendo el patrón real desviarse de la distribución de referencia como consecuencia de una mayor agregación de los árboles o de una distribución regular de los mismos (Ledo *et al.*, 2012).

Se puede aseverar que la diversidad biológica es una característica de los ecosistemas que tiene que ver con su composición, estructura y funcionamiento (Figura 1): a) la **composición** se refiere a la identidad y variedad de genes, poblaciones, especies, comunidades, ecosistemas y paisajes; b) la **estructura** se refiere a las formas en que están organizados sus componentes, desde la estructura genética y demográfica de las poblaciones, pasando por la complejidad de los hábitats hasta llegar a la fisionomía y a los patrones paisajísticos; y c) el **funcionamiento** se refiere a los procesos ecológicos y evolutivos tales como flujos génico y de nutrientes, interacciones (p.e., competencia, parasitismo), estabilidad, resiliencia y sucesión ecológica (Cepeda *et al.*, 2000).



Fuente: Adaptado de Noss (1990)

Figura 1. Biodiversidad composicional, estructural y funcional, que se muestra como círculos concéntricos, cada uno abarcando múltiples niveles de organización. Este marco conceptual puede facilitar la selección de los indicadores que representan los muchos aspectos de la biodiversidad que requieren atención en los programas de vigilancia y evaluación ambientales

La diversidad estructural es uno de los aspectos de mayor relevancia de los ecosistemas forestales, ya que está relacionada con la estabilidad de la masa, la producción, conservación del suelo, la morfología del paisaje; determina las condiciones microclimáticas y la presencia de hábitat de muchas especies animales, plantas y hongos. Se pueden considerar diferentes tipos de estructura: horizontal (distribución espacial y cobertura de los árboles sobre el área de un rodal), vertical (altura total de los árboles y entramado de las copas), interna (riqueza florística y coeficiente de mezcla), por clases diamétricas, de edad, entre otros (Kint *et al.*, 2000; Corredor, 2001 citados por Moret *et al.*, 2008).

Schorn (2005) afirma que la composición y la estructura de los bosques se modifican en el espacio, en función de las variaciones ambientales, y también en el tiempo con la ocurrencia de los procesos de sucesión.

El conocimiento de la estructura y composición de los estadios de la vegetación contribuyen en la dilucidación de los procesos de regeneración de los ecosistemas. Esos conocimientos son importantes instrumentos para el establecimiento de las estrategias de recuperación de áreas degradadas (Schorn, 2005).

Los aspectos relevantes del estudio de la estructura de las masas forestales son la distribución de los árboles, la composición específica tanto en diversidad de especies como su distribución en el rodal, y la diferenciación en diámetro, altura y tamaño de copa, así como de los diferentes estratos verticales (Brassiolo, 2001; Morello 1974). Es decir que la estructura de las masas puede realizarse a través de parámetros cuali y cuantitativos y/o de gráficos. Entre los primeros se mencionan la densidad, el diámetro medio, tamaño de copa; o en forma de índices numéricos. Mientras que los gráficos pueden ser desde distribución de tamaños hasta esquemas o cortes verticales y horizontales de los árboles.

1. 4. Análisis de diversidad vegetal

Los métodos para el análisis de la biodiversidad son abordados por diferentes autores de todo el planeta, proporcionando alternativas posibles de utilizar en cada

ambiente y en cada caso. Burley (2002) expresa que la evaluación de la diversidad biológica es compleja y varía según los objetivos del evaluador.

Magurran (1989) menciona que existe un desacuerdo en cómo debe medirse la biodiversidad y proporciona una guía práctica sobre su medición, aconsejando sobre la elección e interpretación de las medidas de la biodiversidad.

Moreno (2001) recopila y ejemplifica diferentes métodos propuestos para medir la biodiversidad al nivel de especies, aunque incluye también una descripción general y referencias bibliográficas sobre métodos de evaluación a escalas genética y de comunidades.

Margalef (2002) desarrolla una concepción teórica sobre el funcionamiento y aspecto de los sistemas ecológicos, que va desde los individuos de diferentes especies hasta el conjunto de todos ellos dentro de áreas más o menos amplias, y trata también de su encadenamiento en el tiempo.

Hill *et al.* (2006) en su obra sobre los diferentes métodos para medir la biodiversidad, su investigación, evaluación y monitoreo, proporciona una guía para la planificación en el estudio a nivel de especies y de hábitat.

Burley (2002) menciona que cabe distinguir cuatro propósitos principales de la evaluación de la diversidad biológica:

- Para la comprensión científica de la estructura, la función y la evolución del ecosistema, que es necesaria como base para administrar recursos sustentadores de vida y productivos;
- Para conservar y desarrollar germoplasma para la mejora genética de determinadas especies destinadas a plantaciones y a la agrosilvicultura;
- Para observar los efectos de las intervenciones humanas en la tierra y de los cambios medioambientales tanto naturales como antropogénicos sobre la diversidad biológica;
- Para escoger zonas prioritarias para la conservación de la diversidad biológica en sí misma por razones de ética, estética, religión, cultura, investigación científica o producción futura, incluida la "prospección de la biodiversidad".

A nivel regional se ejecutan acciones tendientes al conocimiento de la biodiversidad del Gran Chaco Americano, tal es el caso de la “Evaluación Ecorregional del Chaco” realizada por la Fundación Vida Silvestre Argentina en 2005, donde uno de sus principales resultados es la detección de hot spots. Además esta misma institución realizó en 2005 un profundo estudio sobre la “Situación Ambiental Argentina” donde se manifiesta que en el Chaco Seco la extracción forestal se centró, en un principio, en individuos de gran fuste para postes y durmientes, lo que implicaba una extracción selectiva de individuos adultos y sanos. Más adelante se fue diversificando mucho, y se fue explotando fuertemente el algarrobo (*Prosopis sp.*) para la fabricación de muebles y muchas otras especies para la producción de carbón. Esto llevó a una menor selectividad en cuanto al tamaño de los individuos a extraer, por lo que se eliminaron también individuos jóvenes, lo que comprometió la sustentabilidad del proceso. Y se resalta que esta intervención en el paisaje dio como resultado grandes extensiones de una variedad de formaciones leñosas secundaria.

Para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, puede ser de gran utilidad la separación en componentes denominados alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972) principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La **diversidad alfa** es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la **diversidad beta** es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje y la **diversidad gamma** es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como beta (Whittaker, 1972; citado por Moreno, 2001). En el contexto actual con una acelerada transformación de los ecosistemas naturales, un simple listado de las especies de una región no es suficiente y por lo tanto esta desagregación en componentes es una forma más conveniente de analizarla. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información en los tres niveles y en base a ello poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local.

El análisis de algunos índices como el valor de importancia de las especies cobra sentido si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente. Por otro lado

medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran, 1988).

La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y permite hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo (Moreno, 2001).

Moreno (2001) afirma que lo más conveniente es presentar valores tanto de la riqueza como de algún índice de la estructura de la comunidad, de tal forma que ambos parámetros sean complementarios en la descripción de la diversidad.

Magurran (1988), indica que los **modelos de abundancia** de especies son una base sólida para examinar la diversidad y menciona cuatro modelos para su análisis: el de la serie geométrica, el de la serie normal logarítmica, el de la serie logarítmica y el de la vara quebrada.

Estos modelos de diversidad- abundancia de especies se han utilizado para evaluar el grado de disturbio del hábitat de los ecosistemas. La mayoría de estos estudios han ajustado los modelos a datos de comunidades de insectos y aves; sin embargo, estudios que evalúen el efecto que causen los aprovechamientos forestales sobre la diversidad del estrato arbóreo son todavía muy escasos. (Citado por Aguirre Calderón *et al.*, 2008)

Modelo de la serie geométrica: Este modelo supone que si una especie ocupa una fracción (k) de un hábitat previamente vacío y las siguientes especies colonizan secuencialmente la misma fracción k del espacio restante dejado por las anteriores hasta terminar por ocuparlo completamente, en un gráfico de rango- abundancia se obtiene una línea recta que correspondería a una serie geométrica. (Citado por Aguirre Calderón *et al.*, 2008)

Modelo de serie logarítmica: fue propuesto originalmente por Fisher *et al.* (1943) como una de las mejores distribuciones para describir la abundancia de especies. Se

origina de la distribución de frecuencias y se apoya en el razonamiento biológico de que su parámetro (α) constituye un índice de diversidad (Magurran, 2004).

Modelo normal logarítmico: Preston (1948) sugirió que las distribuciones normales logarítmicas o log- normales eran las que mejor explicaban los patrones de distribución de abundancia de especies, bajo las premisas de que los individuos se distribuyeran normalmente entre especies y que el crecimiento de las poblaciones fuera geométrico. Esta distribución se basa en la hipótesis de que el nicho de cada especie es dependiente de una multitud de factores que determinan la amplitud del nicho, y consecuentemente, los recursos de que el ecosistema dispone se deben repartir entre las especies de una manera equivalente a una curva normal. Las especies abundantes y las raras se situaran hacia los extremos de la distribución, mientras que la mayor parte de especies de frecuencia intermedia ocupará la parte central de la curva; es decir la abundancia de las especies en el pico de la curva corresponde a la moda de la distribución.

Modelo de la vara quebrada: este modelo se basa en el supuesto de que los recursos disponibles en un ecosistema, representados por una línea o barra, están divididos al azar en S fragmentos, y a cada uno se le considera como el recurso utilizado por una especie, es decir, su nicho ecológico. Éste asume que el nicho ecológico se divide como una barra que se fragmenta simultáneamente al azar en piezas de todos los tamaños. En consecuencia el modelo establece que las S especies dividen al ambiente en S nichos no superpuestos cuyos tamaños relativos se distribuyen aleatoriamente. La distribución sólo posee un parámetro (S) que corresponde al número de especies, a partir del cual pueden predecirse las abundancias relativas de todos los elementos cuando éstos se disponen en orden ascendente de abundancia. (Citado por Aguirre Calderón *et al.* 2008)

1. 5. Conservación de la biodiversidad: estrategias de base

Si los problemas ambientales han emergido de las prácticas culturales, tendrá que ser en el entramado de la cultura, donde se construyan soluciones que necesariamente pasan por la política, la economía, la ética, la estética, la ciencia y la tecnología. Y esto se debe a que todas las culturas son diferentes, pero todas tienen en común la vida, el agua, la tierra, las plantas, los animales, el aire, el sol. El ecosistema no se comporta diferente

para una clase social que para otra, ni para una etnia en oposición a otra sino que responde a los tipos de acciones que recibe (Noguera, 2006, citado por Vásquez-Rodríguez, 2007).

La conservación de la biodiversidad forestal en el ecosistema contribuye a propiciar servicios como el mantenimiento del equilibrio de los gases atmosféricos, el reciclado de los nutrientes, la regulación del clima, el mantenimiento de los ciclos hidrológicos y la creación de suelo (Daily, 1997; citado por MaccNeely, 2002)

La estrategia de conservación de la biodiversidad de los bosques debe 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 (Rykowski, 2002).

Hay diferencias en los valores ecológicos, económicos y sociales de los bosques a lo largo del proceso; la biodiversidad forestal no se mantendrá nunca por obra exclusiva de una red creciente de zonas protegidas. El actual sistema de protección de la naturaleza que se inició en el siglo XIX, basado en la delimitación de zonas protegidas frente a los sistemas de producción y en el abandono de las actividades económicas en aquéllas, no siempre es eficiente (a veces la protección queda en el papel) y es hoy insuficiente. El sistema dividía netamente la naturaleza en dos categorías: la protegida por la ley y las zonas carentes de tal protección. Actualmente la silvicultura tiene a su disposición un instrumento operacional –la gestión forestal sostenible– para mantener y desarrollar la biodiversidad en todos los bosques, y no sólo en las zonas forestales protegidas (Rykowski, 2002).

Según Newton y Kapos (2003) es esencial evaluar la biodiversidad forestal, para conservar eficazmente y ordenar de forma sostenible los recursos forestales. 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. Estos autores citan a otros que afirman que las evaluaciones son necesarias para conseguir información en la que sustentar el proceso de adopción de decisiones relativas a la biodiversidad en la política y la gestión forestales. 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 (Noss, 1990, 1999); 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).

Noss (1990) presentó un marco jerárquico para formular indicadores de la biodiversidad, reconociendo que se pueden considerar tres elementos de la biodiversidad -composición, estructura y función- pueden en varios niveles o escalas de organización.

Los indicadores pueden ser definidos como variables individuales o como variables que son función de otras variables. La función puede ser tan simple como una *relación* (incorporando el concepto de número índice que mide el cambio en los valores de una variable con relación a un valor de referencia); como un *índice* (un número individual que es función de dos o más variables ponderadas); o tan compleja como los resultados de un modelo de simulación. La diferencia entre índices e indicadores surge del grado de complejidad de la función de la cual son obtenidos (Novillo, 2001).

La conservación de la naturaleza y las estrategias sostenibles de desarrollo requieren el manejo integrado del territorio. Una planificación adecuada requiere considerar tanto áreas dedicadas a actividades productivas como áreas destinadas a proteger los valores naturales de la región. (Soutullo, 2006).

1. 6. Objetivos e hipótesis

1.6.1. Objetivos Generales

- Analizar la diversidad estructural y la composición de un fragmento representativo del Chaco Serrano (Cerro El Remate).
- Sentar las bases para la elaboración de estrategias de conservación adecuadas a su categoría de área protegida.

1.6.2. Objetivos Específicos

- Analizar el patrón de distribución espacial y la estructura vertical del estrato arbóreo.
- Analizar la diversidad de especies leñosas que conforman el estrato arbóreo y el estrato arbustivo.
- Elaborar índices basados en la diversidad y estructura del bosque.
- Producir un diagnóstico de la diversidad de especies leñosas del Cerro El Remate.

1.6.3. Objetivos secundarios

- Construir un herbario (digital) de la flora leñosa de la región de estudio. De muestras presentes/recolectadas y digital.

1.6.4. Hipótesis

- La complejidad de la estructura del bosque de Cerro El Remate depende de un gradiente altitudinal y latitudinal.

2. MATERIALES

2. 1. Caracterización del Chaco Serrano

En Tabla 1 se indica la superficie de las Subregiones del Gran Chaco según el informe realizado por la Red Agroforestal Chaco realizado en el año 1999 para la Secretaria de Ambiente y Desarrollo. La delimitación de Subregiones y Zonas ecológicas se basó en el análisis realizado por el INTA (1982). En este caso se divide al Gran Chaco en 4 subregiones: Chaco Húmedo, Chaco Semiárido, Chaco árido y Chaco serrano. Las mismas contienen diferente número de zonas.

De acuerdo a estos datos, el Chaco Serrano ocupa un 9.57 % del total de la superficie del Gran Chaco. Se denomina Chaco Serrano Sura la porción localizada en las provincias de Córdoba, Catamarca y San Luis, y Chaco Serrano Norte a la q se encuentra en las provincias de Santiago del Estero, Tucumán y Salta, por tener características diferentes.

El **Chaco Serrano** forma la mayor parte del límite Oeste de la región, que en el tramo correspondiente a Argentina limita con las Yungas y el Monte y ocupa sectores de las provincias de Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja, San Luis y Córdoba, según Torrela y Adámoli (2005) sin embargo se considera necesario agregar la provincia de Santiago del Estero pues contiene porciones de Chaco Serrano. Está formado por elementos de las Sierras Pampeanas y las áreas más bajas de las Sierras Subandinas. En el extremo occidental del Chaco Semiárido las sierras constituyen una barrera orográfica para los vientos húmedos del Este, lo que provoca mayores precipitaciones en las laderas orientales y climas más secos hacia el Oeste. Este factor y la variación

térmica asociada a la altura establecen particulares condiciones climáticas que determinan el desarrollo de la vegetación.

Tabla 1. Superficie por subregión y zona de Chaco Argentino

Subregión	Zonas	Superficie (km ²)	Porcentaje
Chaco Húmedo	1) Esteros, cañadas y selvas de ribera	56868	9.21
	2) Planicie de inundación de los ríos Paraguay y Paraná	20045	3.25
	3) Domo central	21167	3.43
	4) Cuña Boscosa	21777	3.53
	5) Domo oriental	10092	1.63
	6) Bajos submeridionales	40751	6.60
	7) Dorsal occidental	17945	2.91
TOTAL DE LA SUBREGION		188645	30.56
Chaco Semiárido	8) Sector Oriental de la Cuenca del Itiyuro	2102	0.34
	9) Oeste de la Baja cuenca del río Pilcomayo	20147	3.26
	10) Interfluvio Bermejo – Pilcomayo	22734	3.68
	11) Oeste de la Baja cuenca del río Bermejo	23987	3.89
	12) Depósitos del río Juramento	83548	13.53
	13) Antiguos Cauces	22302	3.61
	14) Valle del Río Juramento – Salado	13638	2.21
	15) Interfluvio Juramento-Dulce y sur del río Dulce	69517	11.26
16) Valle del Río Dulce	14603	2.37	
TOTAL DE LA SUBREGION		272578	44.15
Chaco Árido	17) Salinas Grandes	11134	1.80
	18) Chaco Árido leñoso	85967	13.92
TOTAL DE LA SUBREGION		97101	15.73
Chaco Serrano	19) Sierras subandinas		
	20) Sierras pampeanas	59056	9.57
TOTAL DE LA SUBREGION		59056	9.57
TOTAL DE LA REGION		617,380	100.00

Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. Argentina.

Más precisamente el Chaco Serrano se desarrolla en faldeos y laderas montañosas en el Este de Jujuy, centro de Salta, Este de Tucumán, Este de Catamarca, Este de la Sierra del Velasco y otras serranías más australes de La Rioja, el faldeo oriental de la Sierra de Valle Fértil en el Este de San Juan, el Cerro Remate, y la Sierra de Guasayán en el Oeste de Santiago del Estero y rodea por completo las Sierras Grandes y Chicas de

Córdoba para penetrar en San Luis por la Sierra de Comechingones y rodear también los faldeos de la Sierra de San Luis (Chebez, 2005).

Encaja como una cuña entre el Chaco Seco u occidental y las Yungas y en otros sectores con el Monte y el Espinal y a pesar de su amplia extensión latitudinal la superficie cubierta es muy acotada pues se desarrolla preferentemente en los faldeos orientales que reciben los últimos vientos húmedos del Atlántico, llegando en algunas quebradas profundas y encajonadas a tener una densidad arbórea y de epífitas que recuerda claramente a los entornos yungueños, formación selvática del noroeste con la que evidentemente guarda estrecho contacto compartiendo algunas especies vegetales y animales que así se animan, hasta hoy en día, a llegar a provincias como Córdoba o San Luis muy lejos del límite austral de aquellas selvas (Chebez, 2005).

En general, el bosque serrano está dominado por el horco-quebracho (*Schinopsis marginata*), junto con el molle de beber (*Lithraea molleoides*), especialmente en el Sur, y por gran cantidad de Cactáceas y Leguminosas 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).

Curiosamente el Chaco Serrano o Distrito Chaqueño Serrano de Cabrera en la última clasificación de ecorregiones de la Argentina terminó fusionado y diluido, igual que el Chaco Árido, con la ecorregión del Chaco Seco u Occidental con el que tiene notables diferencias. De Norte a Sur esta formación vegetal se vuelve más evidente en provincias como Córdoba, San Luis, San Juan y Santiago del Estero dado que en ellas es probablemente el bosque más biodiverso y si se quiere, más próximo a una selva más allá de sus componentes claramente de origen chaqueño que lo emparentan con esa gran formación biogeográfica. En las provincias del Norte, su presencia se diluye ante la magnificencia de la vecina selva tucumano-oranense, nuboselva 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 (Chebez, 2005).

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 (Figura 5). 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 las siguientes zonas serranas: Sierras de Guasayán, Sierras de Sumampa y Ambargasta y Cerro El Remate.

- Las **Sierras de Guasayán** se encuentran ubicadas en el Oeste de la provincia de Santiago del Estero, en los departamentos de Guasayán y Choya, cerca del límite con la provincia de Catamarca; tienen una altura máxima sobre el nivel del mar de 630 m, una extensión de 100 km de largo y 10-30 de ancho, con una superficie serrana de 2.500 km² (Sitio oficial del Gobierno de Santiago del Estero). 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.
- Las **Sierras de Sumampa-Ambargasta**, de acuerdo a la relación geomorfológica estructural, pertenecen al sistema de las Sierras Pampeanas o Subandinas. Constituyendo el apéndice Norte de las Sierras de la provincia de Córdoba, de las cuales, particularmente 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 km cuadrados; a lo largo de más de 100 km y con un ancho variable. (Secretaría de Minería de la Nación).
- **Cerro El Remate**, es el área del presente estudio

2.2. Caracterización de Cerro El Remate

El área de estudio se ubica en Santiago del Estero, provincia del noroeste de Argentina que posee una vasta planicie limolésica y salitrosa de impresionante chatatura, sólo interrumpida por los cursos fluviales diagonales que se caracterizan por ser

temporarios y se pierden en bañados, esteros o salinas. El relieve corresponde en general a las características de la llanura chaqueña, posee elevaciones marginales ubicadas en los bordes Sur, Oeste y Noroeste, donde se localizan las máximas altitudes.

En el extremo noreste de la provincia de Santiago del Estero la monotonía de su paisaje sólo es transformada por pequeñas serranías de los desprendimientos de las Sierras de Medina de Tucumán, allí se encuentra el Cerro El Remate. Es una porción de bosque serrano perteneciente a la Ecorregión del Chaco Seco (Figura 2).



Figura 2. Localización del área bajo estudio. Cerro El Remate, Santiago del Estero-Argentina

Cerro El Remate se localiza en la zona con bosques de protección, por lo tanto pertenece a la Categoría I (color rojo) del Ordenamiento Territorial (Figura 3) 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.

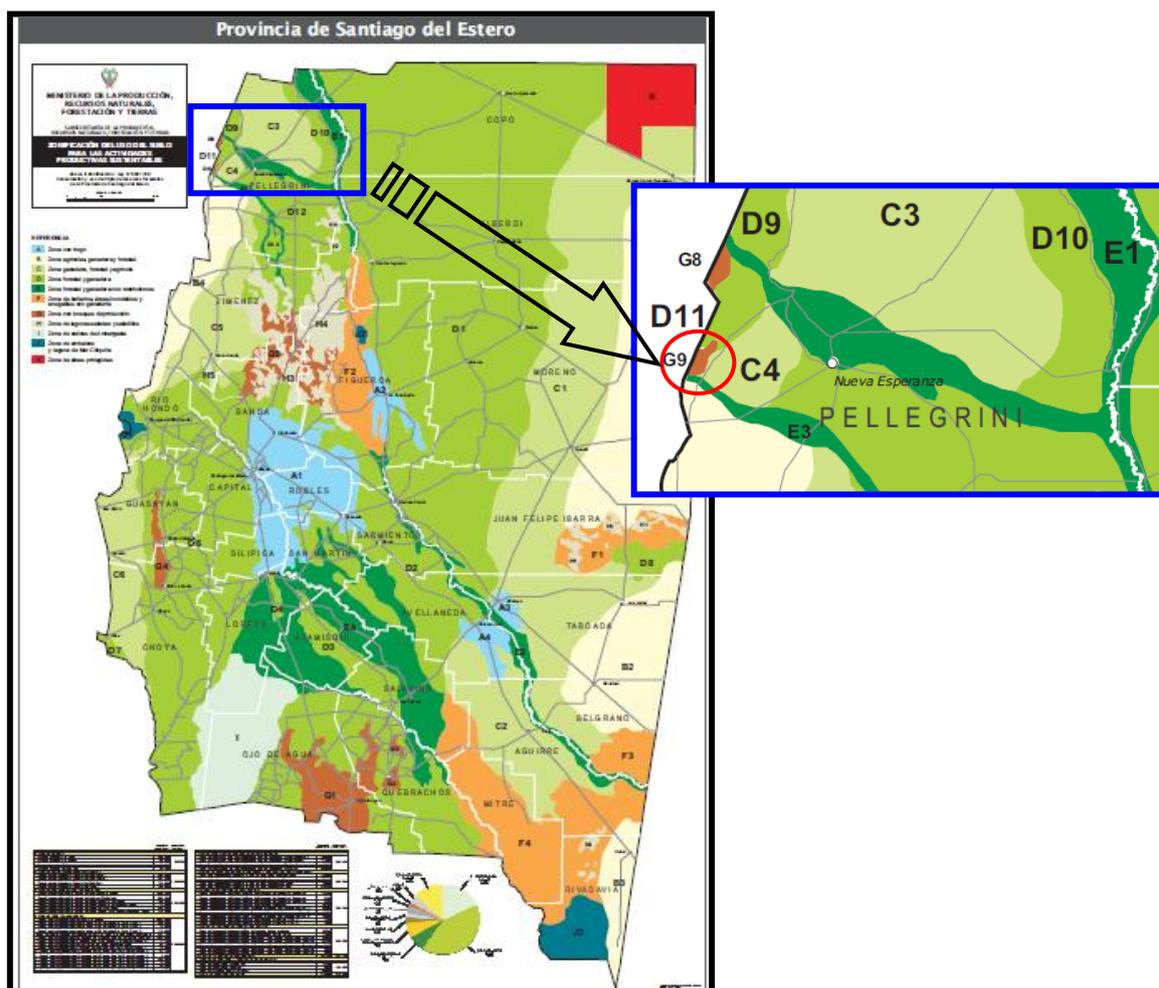


Figura 3. Ubicación de Cerro El Remate según la zonificación de la Provincia de Santiago del Estero- Ley N° 6841/ 06

2.2.1. Clima y suelo

Toda la superficie de la provincia de Santiago del Estero pertenece al Gran Chaco y dentro de las clasificaciones nacionales se encuentra en la ecorregión del Chaco Semiárido donde el coeficiente de variación de lluvias sigue un gradiente NE-SO y también se caracteriza por tener clima cálido con temperaturas máximas absolutas que superan los 45° C y temperaturas mínimas por debajo de 0° C, según lo mencionan Giménez y Moglia (2003). La temperatura media del área de estudio es de 20.4 °C y la precipitación media anual es de 600 mm para el período que se muestra en los mapas de la figura 4.

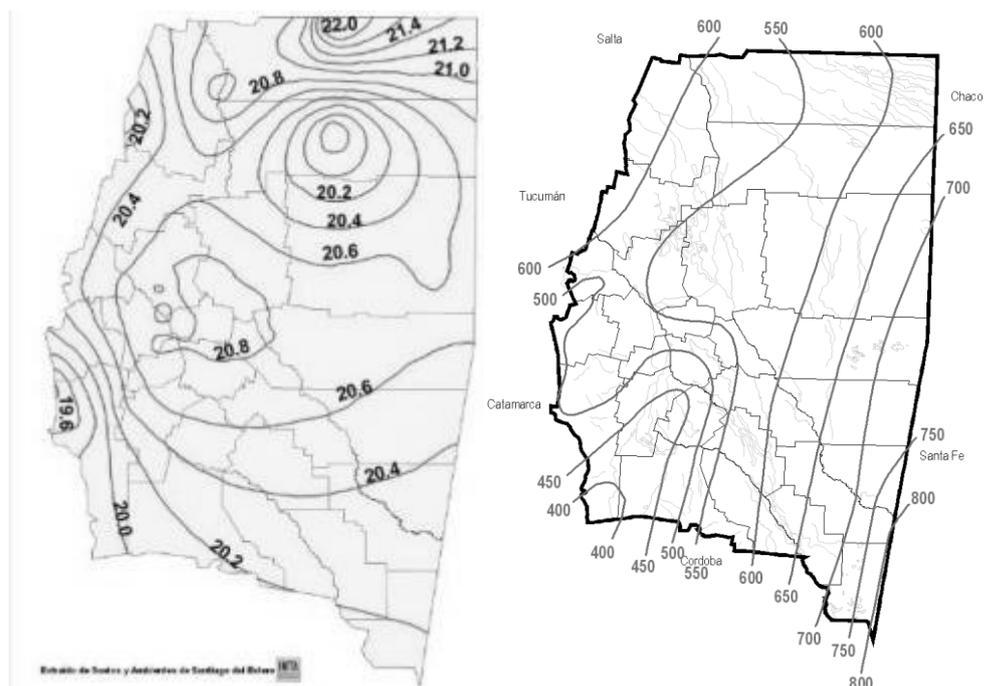


Figura 4. Isotermas (izquierda) e isohietas (derecha) de la provincia de Santiago del Estero

Las características climáticas y edáficas de la región noroeste de la provincia, como el departamento Pellegrini, la hacen apta para la producción de soja y en consecuencia quedan muy pocas hectáreas de bosque nativo. La producción de soja (*Glicine max*) avanza año tras año y actualmente Cerro El Remate es una isla dentro de los campos cultivados con ésta oleaginosa.

Los suelos del Cerro El Remate pertenecen a los órdenes Entisol y Molisol como se observa en la figura 5. Los entisoles son suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina, de topografía variable entre plana a extremadamente empinada, no tienen horizontes de diagnóstico. Los molisoles son suelos superficiales a moderadamente profundos, con epipedón mólico, desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios; tienen horizontes superficiales oscurecidos, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotados suficientemente de bases, principalmente Ca y Mg. Presentan topografía que varía entre ligeramente inclinada a extremadamente empinada. (Bonelli, 1994)

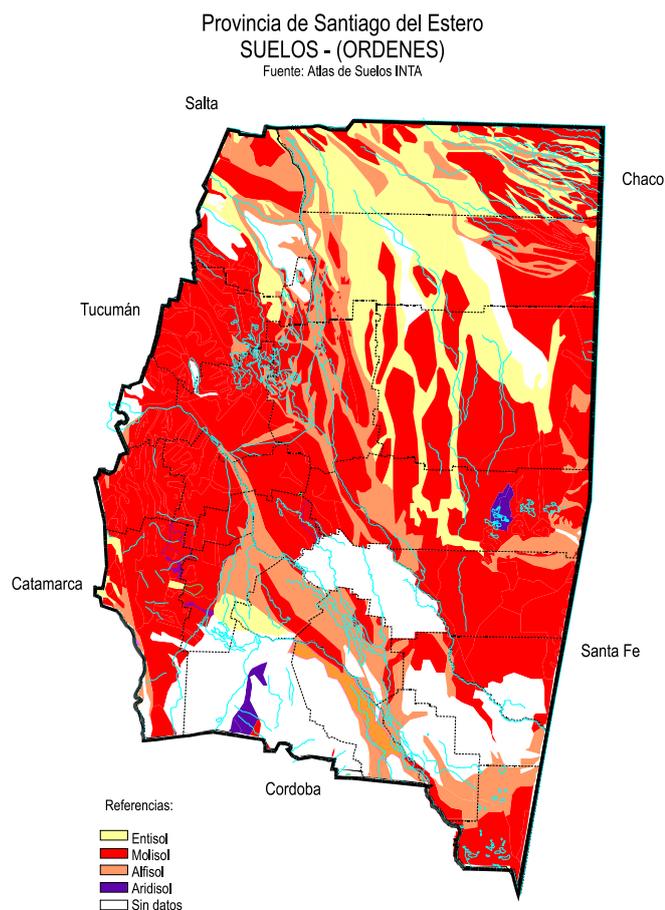


Figura 5. Mapa de suelos de la provincia de Santiago del Estero

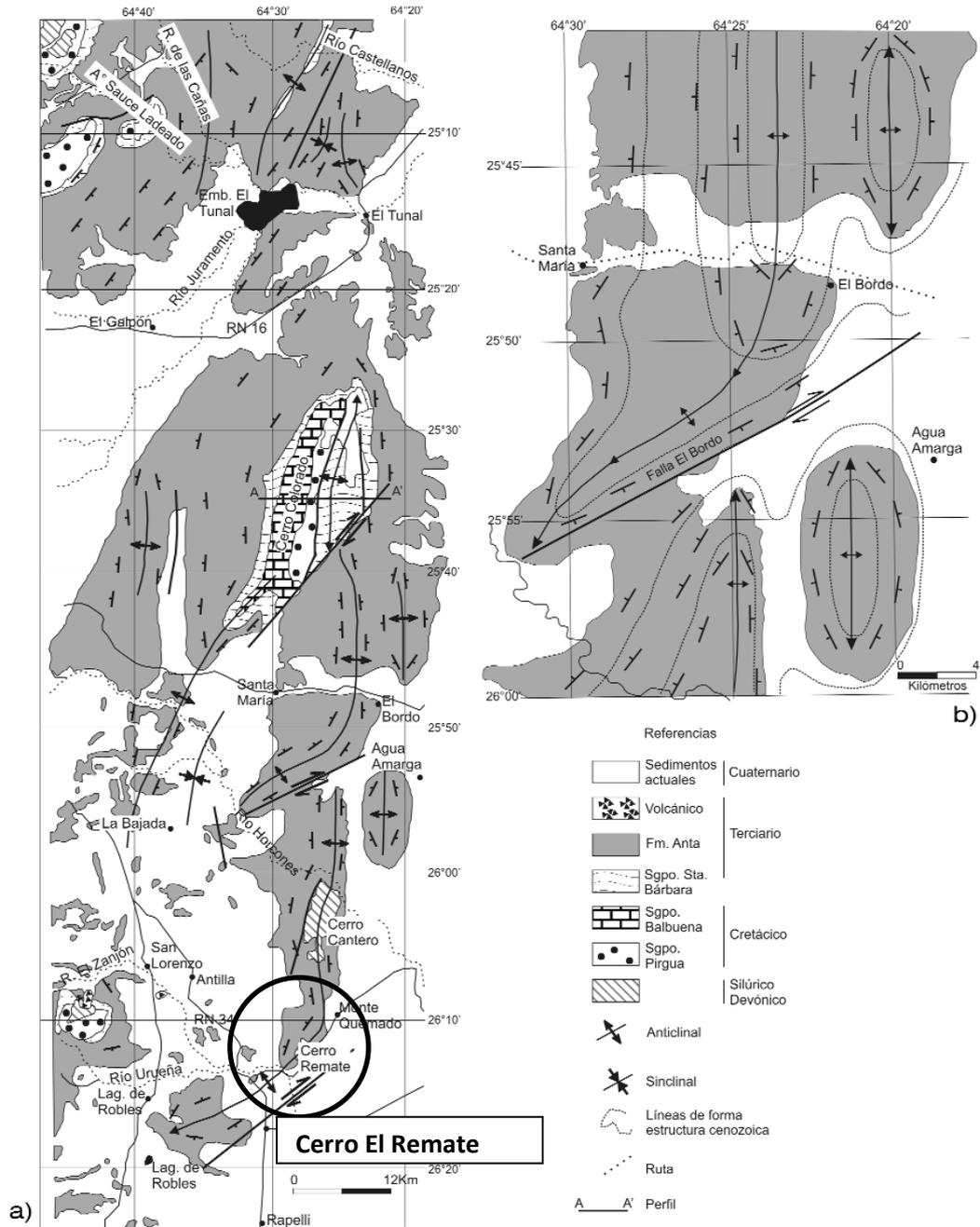
Sobre imágenes satelitales Landsat 7 se determinó que la superficie de Cerro El Remate es de 2000 has aproximadamente con 7 km de largo por 3 km de ancho en su parte más ancha y una altitud máxima determinada con GPS de 570 m (Hernández y Giménez, 2008)

2.2.2. Hidrografía

Cerro El Remate se encuentra entre dos ríos de llanura, que son los ríos Horcones y Urueña los cuales nacen en la provincia de Salta y mueren en los bañados dentro de la provincia de Santiago del Estero. El río Urueña bordea al cerro por el lado Sudoeste mientras que el río Horcones corre a unos 15 km hacia Noreste (Figura6).

intercalaciones de yeso, las arcillas son de color gris a verde, predominando este último, por sus características y posición, deben pertenecer al Mioceno. (Secretaría de Minería de la Nación).

El conocimiento del Sistema Subandino de Argentina situado entre 22° y 27° LS de latitud es especialmente significativo en el segmento Norte, rico en yacimientos de hidrocarburos y con una larga tradición de estudios geológicos que incluyen numerosos datos de subsuelo. El sector central ha sido también cartografiado y considerado en diversos estudios regionales. En cambio el extremo más austral, al sur del río Juramento, ha permanecido casi desconocido. Esta situación se debe probablemente a que es un cordón de sierras bajas, con escasos afloramientos, los más notables son los que coinciden con el cerro Colorado, que es su punto más alto, se sitúa próximo a los 1000 msnm. Hacia el Sur la mayor parte de las estructuras son sub-aflorantes, solo se vislumbran en las fotografías aéreas e imágenes de satélite. Hay también algunos asomos de cuarcitas devónicas en los cerros Cantero y Remate y afloramientos terciarios a lo largo de los valles de los ríos Juramento y Horcones (Mon, 2007).



Fuente: Mon, 2007

Figura 7. a) Mapa geológico regional; b) Detalle de la estructura subafiorante.

3. METODOLOGIA

3.1. Muestreo

El diseño estadístico empleado corresponde a un muestreo sistemático. Consiste en ubicar unidades muestrales o parcelas en un patrón regular en toda la zona de estudio lo cual permite detectar variaciones espaciales en la comunidad. El método de los transectas es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación.

Se definieron 4 (cuatro) transectas principales (T1, T2, T3, T4) con orientación SO sobre angostos senderos ya existentes, de no más de 50 cm de ancho, a fin de causar el menor disturbio posible (Figura 8), la distancia entre ellas es de aproximadamente 1400 m. Sobre cada transecta principal se ubican parcelas rectangulares cuyas dimensiones son de 10 x 100 m para el muestreo de especies arbóreas. Las parcelas se ubican en forma perpendicular a la transecta principal y tratando de seguir las curvas de nivel de tal forma que dentro de ellas no exista una pendiente mayor a 5%.

Teniendo en cuenta que las altitudes máxima y mínima son de 550 y 350 msnm respectivamente se delimitaron 2 (dos) niveles altitudinales denominados P1 y P2, con un límite establecido a los 450 msnm. P1: es el piso altitudinal inferior, por debajo de 450 msnm; y P2: es el piso altitudinal superior, por arriba de 450 msnm (Figura 9).



Figura 8. Ubicación de las transectas principales de muestreo (T1, T2, T3, T4)

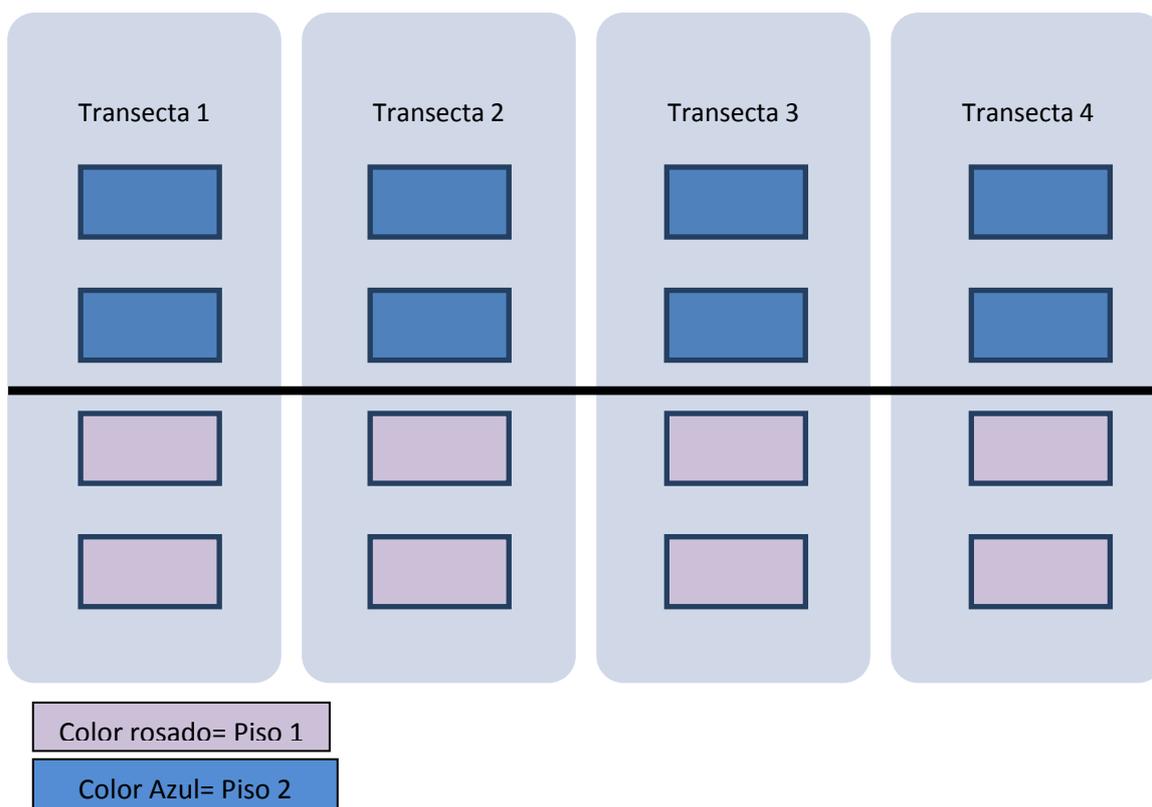
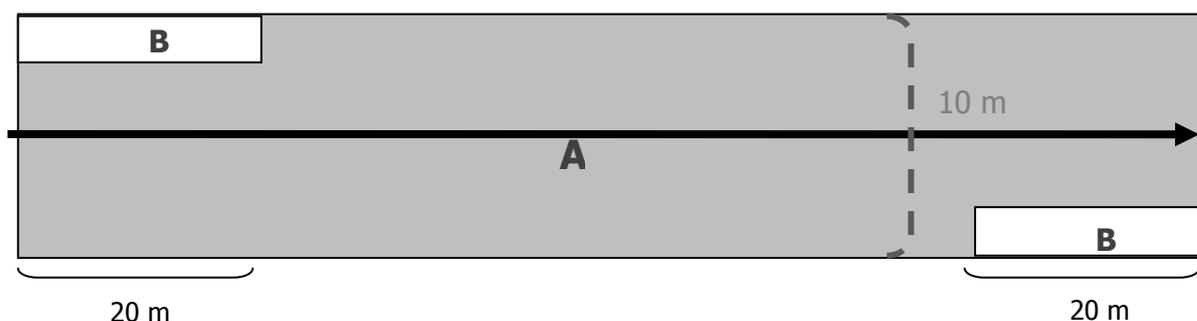


Figura 9. Distribución de las parcelas en las transectas y niveles altitudinales.

En cada transecta principal se realizaron 4 (cuatro) parcelas, instalando 2 (dos) de ellas en cada nivel altitudinal (Figura 8). El tamaño de muestra es de 16 parcelas, con una superficie total de 1.6 has.

Teniendo en cuenta que el tamaño de las parcelas puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse para el muestreo de especies arbustivas y la regeneración natural arbórea se utilizó parcelas anidadas. En cada parcela de 10 x 100 m se realizaron 2 (dos) subparcelas de 3 x 20 m, lo que resulta en una superficie total de 1920 m². (Figura 10)



A (10x 100 m): árboles con diámetro a 1,30 m >10 cm

B (3 x 20 m): árboles con diámetro a 1,30 m <10 cm
arbustos con altura total mayor a 30 cm

Figura 10. Forma y tamaño de las parcelas o unidades de muestreo.

Variables según los estratos de vegetación:

Estrato arbóreo: se consideraron especies arbóreas adultas todos aquellos individuos con un diámetro de fuste mayor a 10 cm medido a 1,30 m desde su base. A cada uno se le midió el diámetro a 1,30 m (diámetro a la altura de pecho, *dap*) igual o mayor a 10 cm, la altura total (*ht*) y la altura de fuste (*hf*) medidos en metros, y dos diámetros de copa perpendiculares entre sí.

Regeneración de especies arbóreas: son los renovales con menos de 10 cm de *dn* o *dap*. Se clasificaron como número de individuos por especie y altura total (*ht*) medidos en cm.

Estrato arbustivo: son las especies no arbóreas que ocupan un estrato inferior de la estructura. Se clasifican número de individuos por especie y altura total (*ht*) en metros. Las especies de bajo porte de menos de 4 m de altura total y que poseen un tallo definido se las denomina arbolitos (Zuloaga y Morrone, 2008; Roic y Villaverde, 2007) Se incluyen en el muestreo todos aquellos individuos con altura total mayor a 30 cm.

3.1.1. Análisis de los datos

En el estrato arbóreo se realiza gráfico de cajas (*box plot*) para el dap por especie, por niveles de altitud y en sentido latitudinal, y de igual forma para el área basal. Mediante estos gráficos se tendrá una representación visual para describir varias características importantes, al mismo tiempo, tales como la dispersión y simetría.

Se aplica la prueba de Kruskal Wallis para el área basal total por niveles de altitud y dentro de ellos por especie y también por transectas, es decir en sentido latitudinal.

Se realizó regresión lineal teniendo en cuenta diámetro de copa, superficie de copa, altura total, dap y sección normal. Se aplicó este análisis univariado, el cual está orientado a visualizar las relaciones existentes entre las variables de referencia, y el ajuste a una función matemática mediante Infostat. Se realizó análisis de regresión para explicar la relación entre las variables mencionadas. El modelo de ecuación de regresión utilizado para el ajuste de curvas fue el lineal y se seleccionó el que mejor coeficiente de correlación múltiple presentó.

En el análisis de diversidad se realizó el test de t para la diversidad de Shannon tanto por niveles altitudinales como por transectas en el estrato arbóreo en el arbustivo. Se probaron modelos no paramétricos o modelos de abundancia para todos los estratos de vegetación leñosa.

En los diferentes estratos de vegetación se aplicó análisis multivariado de agrupamiento o análisis cluster por especie, en sentido altitudinal y latitudinal.

Con los resultados de los índices beta cualitativo de Jaccard y cuantitativo de Morisita, se efectuaron análisis cluster.

3.2. Composición florística

Se realizó un censo en base a las recorridas por toda el área de estudio y se determinó la composición florística tanto de las especies arbóreas y su regeneración natural, como de las especies arbustivas las que se clasificaron a nivel de especie, género y familia taxonómica.

Se realizó una revisión bibliográfica sobre la nomenclatura y hábito de las especies leñosas presentes. Para los nombres científicos se siguió la nomenclatura propuesta por Zuloaga y Morrone (2008), y en la caracterización del hábito se siguió la sugerida por Roic y Villaverde (2007).

Todas las especies se colectaron para la elaboración de un herbario del área analizada, su identificación se hizo en el campo y en caso de incertidumbre se realizó una revisión posterior en gabinete utilizando el material colectado. En la fase de campo se tomaron fotografías de alta resolución con el propósito de elaborar una clave de especies del área de estudio.

3.3. Estructura del estrato arbóreo

3.3.1. Estructura horizontal del estrato arbóreo

Para el estudio de la estructura horizontal se analizó la distribución diamétrica, área basal (m^2/ha), cobertura de copa; Índices de agregación, densidad, dominancia y frecuencia.

3.3.1.1. *Distribución diamétrica, área basal (m^2/ha) y cobertura copa*

Las clases diamétricas se formaron con una amplitud de 5 cm, y se definió la distribución diamétrica por especie y para todas las especies en conjunto.

El área basal se obtiene mediante la sumatoria de las secciones transversales de los individuos y se expresa en m^2/ha . El número de árboles por hectárea se obtiene de forma directa.

La cobertura de copa se obtiene con la medición de 2 diámetros perpendiculares entre sí en cada uno de los individuos.

3.3.1.2. Índices de agregación

Para el estudio de distribución espacial de las especies fueron utilizados los índices de agregación de McGuinness y de Fracker y Brischle.

El índice de agregación Mc Guinness es utilizado para evaluar el patrón de agregación de las especies. Se obtiene de la relación entre la densidad media observada (D) y la densidad esperada (d), de acuerdo con Mc Guinness. (Leite de Queiroz, 2008)

Índice de agregación de Mc Guinness se expresa de la siguiente manera:

$$IGA = \frac{D}{d} \quad 3(1)$$

Siendo D la relación entre el número total de árboles de la especie y el número total de parcelas examinadas y $d = -\ln(1 - f\%/100)$; donde $f\% = n^\circ$ de parcelas donde ocurre la especie/ n° total de parcelas examinadas x 100.

De acuerdo con el valor encontrado, se tiene que:

- $1 < D/d \leq 2$ tendencia al agrupamiento
- $D/d > 2$ distribución agregada o agrupada
- $D/d = 1$ indica que la especie presenta tendencia a la distribución aleatoria
- $D/d < 1$ sugiere que la especie tiene tendencia a la distribución uniforme

El índice de agregación de Fracker & Brischle se calcula como se indica a continuación:

$$K = \frac{(D - d)}{D^2} \quad 3(2)$$

Los valores encontrados se interpretan como sigue:

- $K = < 0,15$ distribución aleatoria
- $0,15 > K < 1,0$ tendencia al agrupamiento;
- $K > 1,0$ agrupada o agregada

Se calcularon los indicadores ecológicos como: densidad (D), dominancia (D), frecuencia (F) e Índice de valor de importancia (IVI).

3.3.1.3. *Densidad*

Se estima la densidad absoluta, es decir el número total de individuos pertenecientes a una determinada especie, y la densidad relativa que indica la participación de cada especie como porcentaje del número total de árboles relevados (Lamprecht, 1962; Daubenmire, 1968 y Martins, 1993; citados por Schorn, 2005).

$$Da = \frac{n_i}{ha} \quad 3(3)$$

Siendo:

Da = Densidad absoluta

n_i/ha = Número de árboles por ha de la especie i

$$Dr = \frac{n_i}{\frac{N}{ha}} \quad 3(4)$$

Siendo:

Dr= Densidad relativa

N/ha = Número total de árboles por ha.

3.3.1.4. *Dominancia*

La dominancia se estima como el espacio ocupado por una especie en relación a un área y de esta forma, todas las especies tendrán un valor de dominancia que corresponde a su tasa de ocupación en el espacio (Daubenmire, 1968 citado por Schorn, 2005)

Schorn (2005) considera también que, en un grupo de plantas de tamaño similar, una dominancia relativamente alta indicará cuales especies están mejor adaptadas a los factores físicos del hábitat, en tanto que lo inverso no necesariamente es verdadero, pues la baja dominancia puede indicar alta capacidad de competencia de otras especies en el mismo hábitat.

La dominancia absoluta se calculó a través de la sumatoria de las áreas transversales de los individuos pertenecientes a una misma especie; la dominancia relativa se calculó como el porcentaje de la suma total de las dominancias absolutas

(m²/ha), y su valor corresponde a la participación en porcentaje de cada especie en expansión horizontal total. (Lamprecht, 1962; Finol, 1971).

$$DoA = \frac{g}{ha} \quad 3(5)$$

En que:

DoA = Dominancia absoluta de la especie

g/ha = Área basal de la especie

La dominancia relativa se calculó en porcentaje para indicar la participación de las especies en relación al área basal total.

$$DoR = \frac{\frac{g}{ha}}{\frac{G}{ha}} \quad 3(6)$$

En que:

DoR = Dominancia relativa de la especie

G/ha = Área basal total

3.3.1.5. Frecuencia

En la determinación de la frecuencia, la cual mide la regularidad de la distribución horizontal de cada especie sobre el terreno, se controló presencia o ausencia de las especies en cada parcela.

Para Goldsmith e Harrison (1976), la frecuencia es la probabilidad de encontrar una especie en determinada área en un muestreo experimental. A pesar de ser un parámetro extremadamente rápido y simple de ser computado presenta la desventaja de que es muy dependiente del tamaño de parcela y en consecuencia debe ser especificado toda vez que se presente una medida de frecuencia. Como el tamaño de parcela es dependiente de la morfología y tamaño de las especies se utilizó diferente tamaño de parcela para cada estrato de vegetación.

Un índice objetivo es la frecuencia absoluta, el cual se calculó por el número desubparcelas en que está presente una especie. El número total de subparcelas

representa el 100 % es decir, que la frecuencia absoluta indica el porcentaje de ocurrencia de una especie en una determinada área (Acosta *et al.*, 2006).

$$Fa = \frac{P_i}{P_t} \quad 3(7)$$

Siendo:

Fa= Frecuencia absoluta

Pi = Número de parcelas en que la especie i está presente

Pt = Número total de parcelas

La frecuencia relativa es la suma total de las frecuencias absolutas de una parcela, que se considera igual al 100%, es decir, indica el porcentaje de ocurrencia de una especie en relación a las demás (Acosta *et al.*, 2006).

$$Fr = \frac{Fa_i}{\sum_{i=1}^n Fa} \quad 3(8)$$

Siendo:

Fr= Frecuencia relativa(%)

3.3.1.6. Índice de Valor de Importancia

Para tener una visión más amplia, que señale la importancia de cada especie en el conjunto, se combinan los índices anteriores en una sola expresión, denominada Índice de Valor de Importancia.

El Índice de valor de Importancia (IVI) (Lamprecht, 1990) está compuesto por la suma de la densidad, frecuencia y dominancia relativas. Su máximo valor es de 300 e indica la importancia estructural de una especie en particular respecto a la comunidad florística muestreada (Ruiz- Linares y Fandiño- Orozco, 2009).

$$IVI = Dr + DoR + Fr \quad 3(9)$$

En que:

IVI = Índice de valor de importancia;

D_r =Densidad relativa;

DoR =Dominancia relativa;

F_r =Frecuencia relativa.

3.3.2. Estructura Vertical del Estrato Arbóreo

Dentro de los indicadores de estructura vertical los más utilizados son: el índice de regeneración natural, la posición sociológica y el índice de valor de importancia ampliado (IVIA).

3.3.2.1. *Posición Sociológica*

La Posición Sociológica es una expresión de la expansión vertical de las especies. Una forma de expresar ello se ha desarrollado en un índice que aproxima la composición florística de los distintos substratos dentro del estrato arbóreo, y el papel que juegan las diferentes especies en cada uno de ellos (Hosokawa, 1986).

$$VF = \left(\frac{n}{N}\right) * 100 \quad 3(10)$$

Donde $n = n^{\circ}$ de individuos del substrato y $N = N^{\circ}$ total de individuos

$$PSa = VF(i) * n(i) + VF(m) * n(m) + VF(s) * n(s) \quad 3(11)$$

En que:

PS_a = Posición sociológica absoluta;

VF= Valor fitosociológico del sub-estrato;

n =número de individuos de cada especie;

i : substrato inferior; m : substrato medio; s : substrato superior

La Posición Sociológica relativa (PSr) de cada especie, se expresa como porcentaje sobre la sumatoriatotal de los valores absolutos.

$$PSr = \frac{PSa}{\sum_{i=1}^n PSa} \quad 3(12)$$

Los límites de los substratos se definieron aplicando la relación inversa de la regla conocida como 20/30/50 (Serrada, 1997). El límite del primer piso queda fijado cuando, ordenadas en forma creciente las alturas se alcanza el 50% del número de pies, lo que marca el límite del piso inferior. En forma similar se procedió para los otros dos pisos hasta alcanzar el 30% y 20%, respectivamente. Esta modificación del método fue aplicada por Araujo *et al.* (2008).

Siguiendo la metodología de Finol (1976), se asignó un valor fitosociológico a cada substrato, el cual se obtuvo dividiendo el número de individuos en el sub-estrato por el número total de individuos de todas las especies.

3.3.2.2. *Perfiles esquemáticos de la vegetación*

Los esquemas de los perfiles de vegetación de las transectas se realizaron con los datos de presencia de especies arbóreas considerando sus alturas totales máximas y diámetro medio de copa. Cada transecta se divide en los dos niveles altitudinales establecidos (P1 y P2)

3.4. Regeneración Natural

El estudio de la regeneración natural permitió evaluar las condiciones en que se encuentran la regeneración de las principales especies presentes en el área. Del conocimiento de la estructura y dinámica de las jóvenes plántulas dependerá el futuro de la masa forestal (Acosta *et al.*, 2006). Para ello se decidió::

- cuantificar los individuos existentes por unidad de superficie;
- clasificar los renovales por categorías de altura;
- determinar la distribución espacial de los individuos;
- evaluar el vigor y el estado sanitario de las principales especies.

Como regeneración natural se consideraron todos los descendientes de plantas arbóreas que se encuentran entre 0,1m de altura hasta el límite de diámetro establecido

en el inventario. Constituye la garantía de supervivencia de un ecosistema forestal (Finol, 1971).

La estructura horizontal de la regeneración natural se analiza con iguales parámetros que la masa adulta: densidad absoluta y relativa; y frecuencia absoluta y relativa

Para la estructura vertical se aplicó el método de Hosokawa (1986) a los individuos de la regeneración clasificando en tres categorías de tamaño o clases de alturas, como sigue:

- I. de 0,1m a 0,99 m de altura;
- II. de 1,0 a 1,9 m de altura;
- III. de 2,0 m a 4,9 cm de DAP.

3.4.1. Categoría de Tamaño Absoluta

En base a las clases de altura se calculó el índice denominado Categoría de Tamaño Absoluta para la Regeneración Natural (CTaRN):

$$CTaRN = VFrn(i) * n(i) + VFrn(m) * n(m) + VFrn(s) * n(s) \quad 3(13)$$

En que:

CTaRN = Categoría de Tamaño absoluta de la Regeneración Natural

VFrn = Valor Fitosociológico de la categoría de tamaño;

n=Número de individuos de la categoría de tamaño de Regeneración Natural;

i: inferior; m: medio; s: superior

El Valor Fitosociológico se calculó de igual forma que en el estrato arbóreo.

$$VF_j = \frac{N_j}{N} \quad 3(14)$$

Donde:

VFrn(j) = Valor Fitosociológico de la categoría de tamaño j;

N_j = Número total de individuos de la categoría de tamaño j;

N = Número total de individuos de la regeneración natural.

3.4.2. Regeneración Natural Relativa

Regeneración Natural relativa (RNr) es un índice que combina la estructura horizontal y vertical utilizando la siguiente fórmula:

$$RNr = \frac{Dr + Fr + CTrRN}{3} \quad 3(15)$$

Donde:

RNr: Regeneración natural relativa

Ar: abundancia relativa de la regeneración natural

Fr: frecuencia relativa de la regeneración natural

CTrRN: categoría de tamaño relativa de la regeneración natural

3.5. **Índice de Valor de Importancia Ampliado**

El índice de importancia ampliado (IVIA) fue propuesto por Finol (1971) el cual utiliza indicadores de estructura horizontal y vertical para su cálculo.

$$IVIA = EH + EV + ERN \quad 3(16)$$

Donde:

IVIA=Índice de valor de importancia

EH= Estructura horizontal del estrato arbóreo

EV= Estructura vertical del estrato arbóreo

ERN= Estructura de la regeneración natural

Cuya expresión es:

$$IVIA = Dr + DoR + Fr + PRr + RNr \quad 3(17)$$

En la cual los tres primeros términos: Densidad relativa (Ar), Dominancia relativa (DoR) y Frecuencia relativa (Fr), definen el IVI, por lo que la expresión se resume a:

$$IVIA = IVI + PSr + RNr \quad 3(18)$$

3.6. Estructura del estrato arbustivo

El estrato arbustivo se analiza con idénticos parámetros que el estrato arbóreo.

3.6.1. Estructura horizontal del estrato arbustivo

Para la estructura horizontal se estima densidad absoluta y relativa; y frecuencia absoluta y relativa con las mismas fórmulas que se utilizan en el estrato arbóreo.

3.6.2. Estructura Vertical del Estrato Arbustivo

Para el análisis de la estructura vertical se aplica igual criterio que para la masa adulta arbórea conformando 3 substratos a partir de clases de altura total considerando los porcentajes de 50, 30, 20%.

3.7. Estructura del Estrato leñoso

A fin de caracterizar toda la vegetación leñosa se realizó un análisis en conjunto de ambos estratos al que se denominó estrato leñoso, es decir la suma de los estratos arbóreos y arbustivos. Se analiza con idénticos parámetros que los mismos, por separado.

$$\text{Estrato Leñoso} = \text{Estrato arbóreo} + \text{Estrato arbustivo}$$

Se pretende así tener los elementos necesarios para determinar la relación entre estos por separado y el total.

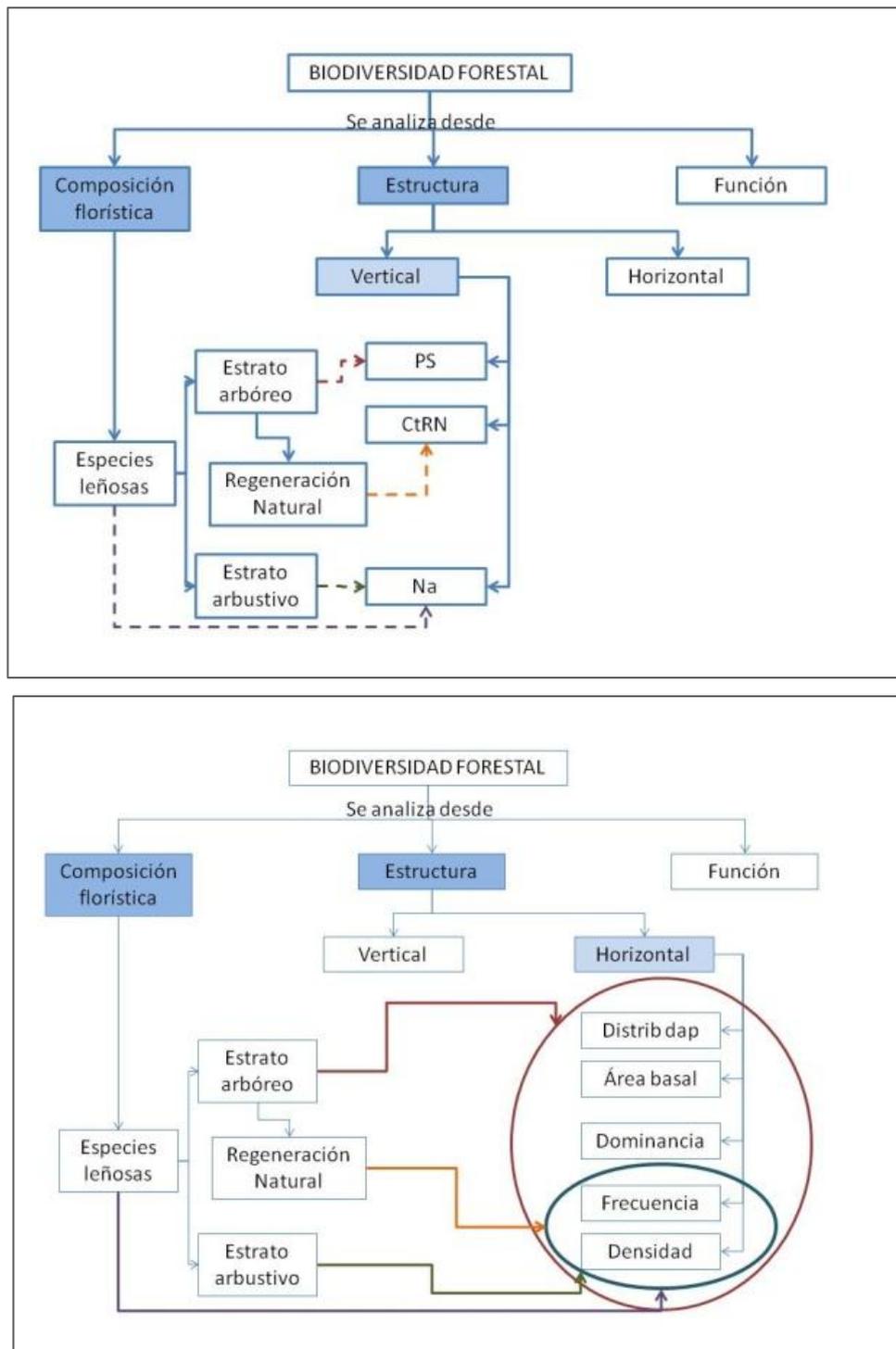


Figura 11. Análisis de la estructura de la vegetación, horizontal (figura superior) y vertical (figura inferior).

3.8. Evaluación de la biodiversidad forestal

Se utilizaron software específicos: PAST y ESTIMATES 9.00. Se analizó por estratos de vegetación y en conjunto toda la vegetación leñosa, tanto en altitud como en latitud.

3.8.1. Curvas de acumulación de especies

La curva de acumulación de especies se realizó utilizando el software PAST en base a las especies presentes en cada parcela.

Las curvas de especies por área son uno de los más antiguos y relevantes paradigmas en ecología y conservación (McArthur & Wilson 1967, Harte *et al.* 1999, 2009, Borda-de-Água *et al.*, 2002 citado por López y Duque, 2010) se asumió que una vez que se alcanza una asíntota en el número de especies, el tamaño de muestra correspondiente es el área mínima de muestreo el cual contiene una muestra representativa de la comunidad.

3.8.2. Diversidad alfa

Para la evaluación de la biodiversidad forestal se determinaron, además de la composición florística, las medidas de la diversidad alfa correspondientes al índice de Margalef de densidad de especies; la curva de acumulación de especies; los estimadores no paramétricos para la riqueza de especies Chao y Jackknife; 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, 1988).

En el estrato arbóreo se aplicaron los índices de diversidad alfa referidos al área basal (m^2/ha) ya que desde el punto de vista forestal éste parámetro es más representativo que el número de individuos por especie; esto último es útil en este caso para comparar los valores con el estrato arbustivo del cual no se tiene datos de área basal, y para saber cuánto aporta el estrato arbóreo en el total de diversidad cuando se analizan ambos estratos en conjunto. En el estrato arbustivo se analizó la diversidad alfa

con el número de individuos por especie. En el estrato leñoso se realizó el análisis en conjunto de todas las especies leñosas, o sea árboles y arbustos. La regeneración natural de especies arbóreas se evaluó a través de la diversidad alfa con el número de individuos por especie

3.8.2.1. *Medición de la riqueza específica*

Se han aplicado los siguientes índices o indicadores:

Riqueza específica: para obtenerla se realizó un censo de la comunidad a fin de obtener el número total de especies.

Índice de Margaleff: transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que hay una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos $S = \sqrt[k]{N}$ donde k es constante (Magurran, 1998). Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida. Usando $S-1$, en lugar de S, da $DMg = 0$ cuando hay una sola especie (Moreno, 2001)

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N} \quad 3(19)$$

Donde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Métodos no paramétricos: se aplicaron los métodos denominados Chao 2, Jackknife de 1º orden y Jackknife de 2º orden. Son estimadores de riqueza específica basados en el número de especies observado.

3.8.2.2. *Medición de la Estructura*

Se refiere a las especies en relación con su abundancia, para su evaluación se aplicaron a) Índices de Abundancia Proporcional y b) Modelos no paramétricos, los cuales se describen a continuación:

3.8.2.2.1. Índices de abundancia proporcional

Se aplican el índice de Shannon –Wiener, índice de Simpson, Equitatividad y Berger Parker. 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)

Índice de Shannon-Wiener (H'): expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995 citados por Moreno, 2001).

$$H' = - \sum p_i * \ln p_i \quad 3(20)$$

Donde p_i = abundancia proporcional de la especie i , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Magurran (1988) asume que todas las especies están representadas en las muestras y que todos los individuos fueron muestreados al azar. Afirma además que este índice puede adquirir valores entre cero (0) cuando hay una sola especie y el logaritmo de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos. Puede verse fuertemente influenciado por las especies más abundantes.

Índice de Simpson (S): manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como $D = 1/S$.

$$S = \sum P_i^2 \quad 3(21)$$

Donde:

p_i = abundancia proporcional de la especie i , es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Equitatividad (J'): también denominado Equidad de Pielou.

$$J' = \frac{H'}{H'_{max}} \quad 3(22)$$

Donde $H'_{max} = \ln(S)$.

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

Índice de Berger- Parker (d): un incremento en el valor de este índice se interpreta como un aumento en la equidad y una disminución de la dominancia (Magurran, 1988).

$$d = \frac{N_{max}}{N} \quad 3(23)$$

Donde N_{max} es el número de individuos en la especie más abundante.

3.8.2.2.2. Modelos paramétricos o de abundancia

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. Se aplican los siguientes modelos: Serie Geométrica, Serie Logarítmica, Serie normal logarítmica y Vara quebrada (Moreno, 2001; Magurran, 1988).

3.8.3. Diversidad beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazo de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972 citado por Moreno, 2001).

A diferencia de las diversidades alfa y gamma que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988).

En cuanto a la beta diversidad, se evaluaron las medidas de similaridad de Jaccard, coeficiente de Sorensen, el coeficiente cuantitativo de Sorensen, el índice de Morisita Horn, mientras que, para las medidas de disimilaridad, se determinó: la distancia euclidiana, el porcentaje de disimilitud y remotidad. (Moreno, 2001; López *et al.*, 2012; Magurran, 1988).

Para determinar la similitud entre sitios de muestreo se utilizó el índice de Jaccard, cuyos datos cualitativos están basados en la presencia o ausencia de las especies en los sitios (Magurran, 1988).

Estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato leñoso: se realizaron los análisis de diversidad beta entre transectas y entre pisos de altitud.

Se aplican índices de similitud- disimilitud cualitativos y cuantitativos

- 1) Índices con datos cualitativos:
 - a. Coeficiente de similitud de Jaccard
 - b. Coeficiente de similitud de Sorensen
- 2) Índices con datos cuantitativos:
 - a. Coeficiente de similitud de Sorensen para datos cuantitativos
 - b. Índice de Morisita Horn

3.9. Diagnóstico de la diversidad de especies leñosas.

Con los resultados obtenidos se elabora un diagnóstico de la diversidad de leñosas del Cerro El Remate, el cual servirá de línea de base para futuros monitoreos de biodiversidad y para la elaboración de estrategias de conservación acordes a su condición de área protegida.

4. RESULTADOS

4.1. Composición florística

El resultado del censo de especies leñosas se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Listado de especies leñosas censadas en el área de estudio

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	HABITO
1	Achatocarpaceae	<i>Achatocharpus praecox</i> Griseb	Arbusto
2	Anacardiaceae	<i>Loxopterygium grisebachii</i> Griseb	Árbol
3	Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl.	Árbol
4	Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i> Engl.	Árbol
5	Anacardiaceae	<i>Schinus bumeloides</i> l. M. Johnst.	Arbusto o Arbolito
6	Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schltldl.	Árbol
7	Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link	Arbusto o Arbolito
8	Asteraceae	<i>Cyclolepis genistoides</i> D. Don	Arbusto
9	Asteraceae	<i>Gochnatia palosanto</i> Cabrera	Arbusto
10	Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i> (Griseb.) Griseb.	Árbol
11	Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Arbusto
12	Bombaceae	<i>Ceiba insignis</i> (Kunth) P.E. Gibbs & Semir	Árbol
13	Capparaceae	<i>Capparis atamisquea</i> Kuntze	Arbusto
14	Capparaceae	<i>Capparis retusa</i> Griseb	Arbusto
15	Capparaceae	<i>Capparis salicifolia</i> Griseb	Arbusto
16	Capparaceae	<i>Capparis speciosa</i> Griseb	Arbusto
17	Capparaceae	<i>Capparis tweediana</i> Eichler	Arbusto
18	Celastraceae	<i>Maytenus vitis-idaea</i> Griseb	Arbusto o Arbolito

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	HABITO
19	Celtidaceae	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Arbusto
20	Celtidaceae	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planch.	Árbol
21	Chenopodiaceae	<i>Allenrolfea patagónica</i> (Moq.) Kuntze	Arbusto
22	Chenopodiaceae	<i>Allenrolfea vaginata</i> (Griseb.) Kuntze	Arbusto
23	Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus vitifolius</i> (Mill.) Pohl var. <i>cnicodendrum</i> (Griseb.) Lourteig & O'Donell	Arbusto
24	Euphorbiaceae	<i>Jatropha hieronymi</i> Kuntze	Arbusto o Arbolito
25	Euphorbiaceae	<i>Jatropha macrocarpa</i> Griseb.	Arbusto o Arbolito
26	Fabaceae	<i>Acacia aroma</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Arbolito
27	Fabaceae	<i>Acacia furcatispina</i> Burkart	Arbusto o Arbolito
28	Fabaceae	<i>Acacia praecox</i> Griseb.	Arbusto o Arbolito
29	Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i> (D. Parodi) Burkart	Árbol
30	Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i> (Ruiz & Pav.) Burkart & Carter	Árbol
31	Fabaceae	<i>Geoffroea decorticans</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart	Árbol
32	Fabaceae	<i>Mimosa detinens</i> Benth.	Arbusto
33	Fabaceae	<i>Mimozyanthus carinatus</i> (Griseb.) Burkart	Arbusto
34	Fabaceae	<i>Prosopis alba</i> Griseb.	Árbol
35	Fabaceae	<i>Prosopis elata</i> (Burkart) Burkart	Arbolito
36	Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i> (Griseb.) Hieron.	Árbol
37	Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i> Griseb.	Árbol
38	Fabaceae	<i>Prosopis sericantha</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Arbusto
39	Fabaceae	<i>Prosopis torquata</i> (Cav. ex Lag.) DC.	Arbolito
40	Fabaceae	<i>Prosopis vinalillo</i> Stuck.	Arbusto o arbolito
41	Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i> (Cav.) Pers.	Arbusto
42	Nictaginaceae	<i>Boungainvillea campanulata</i> Heimerl	Arbusto o Arbolito
43	Olacaceae	<i>Ximenia americana</i> L.	Arbolito
44	Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i> Cham.	Arbusto o Arbolito
45	Polygonaceae	<i>Ruprechtia apétala</i> Wedd.	Arbusto o arbolito
46	Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Árbol
47	Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i> Griseb.	Arbusto o Arbolito
48	Rhamnaceae	<i>Condalia microphylla</i> Cav.	Arbusto
49	Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i> Griseb.	Árbol
50	Santalaceae	<i>Acanthosyris falcata</i> Griseb.	Árbol
51	Santalaceae	<i>Jodina rhombifolia</i> (Hook. & Arn.) Reissek	Árbol
52	Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i> (Roem. & Schult.) T.D. Penn.	Árbol
53	Simarubaceae	<i>Castela coccinea</i> Griseb.	Arbusto o Arbolito
54	Solanaceae	<i>Capsicum chacoense</i> Hunz.	Arbusto
55	Solanaceae	<i>Cestrum parqui</i> L'Hér.	Arbusto
56	Solanaceae	<i>Grabowskia duplicata</i> Arn.	Arbusto
57	Solanaceae	<i>Lycium cestroides</i> Schltld.	Arbusto
58	Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Arbusto o Arbolito
59	Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i> (J. Poiss.) Taub.	Árbol
60	Verbenaceae	<i>Lippia turbinata</i> Griseb.	Arbusto

Nº	FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	HABITO
61	Zygophyllaceae	<i>Bulnesia bonariensis</i> Griseb.	Arbusto o arbolito
62	Zygophyllaceae	<i>Bulnesia foliosa</i> Griseb.	Arbusto
63	Zygophyllaceae	<i>Porlieria microphylla</i> (Baill.) Descole, O'Donnell & Lourteig	Arbusto

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 (Tabla 2).

Tabla 3. Número de especies agrupadas por familia taxonómica y género

FAMILIA	GENERO	Nº SP
Achatocarpaceae	Achatocharpus	1
	Loxopterygium	1
Anacardiaceae	Schinopsis	2
	Schinus	1
Apocynaceae	Aspidosperma	1
	Vallesia	1
Asteraceae	Cyclolepis	1
	Gochnatia	1
Bignoniaceae	Tabebuia	1
	Tecoma	1
Bombaceae	Ceiba	1
Capparaceae	Capparis	5
Celastraceae	Maytenus	1
Celtidaceae	Celtis	2
Chenopodiaceae	Allenrolfea	2
	Cnidoscopus	1
Euphorbiaceae	Jatropha	2
	Acacia	3
	Caesalpinia	1
	Cercidium	1
	Geoffroea	1
	Mimosa	1
	Mimozyanthus	1
Fabaceae	Prosopis	7
	Sesbania	1
	Bougainvillea	1
Nictaginaceae	Bougainvillea	1
Olacaceae	Ximenia	1
Polygonaceae	Coccoloba	1

FAMILIA	GENERO	Nº SP
	Ruprechtia	3
Rhamnaceae	Condalia	1
	Ziziphus	1
Santalaceae	Acanthosyris	1
	Jodina	1
Sapotaceae	Sideroxylon	1
Simarubaceae	Castela	1
	Capsicum	1
Solanaceae	Cestrum	1
	Grabowskia	1
	Lycium	1
	Nicotiana	1
	Phyllostylon	1
Ulmaceae	Phyllostylon	1
Verbenaceae	Lippia	1
Zygophyllaceae	Bulnesia	2
	Porlieria	1
TOTAL		63

Las familias con mayor número de géneros presentes son Fabaceae, Solanaceae y Anacardiaceae (Tabla 3).

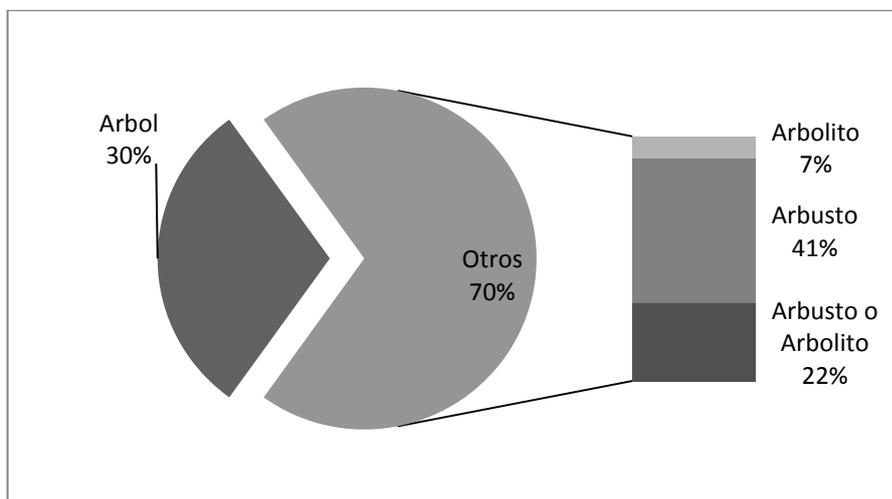


Figura 12. Clasificación de las especies según su hábito de vida.

Un 30 % del total de las especies leñosas identificadas se definen como árboles y el restante 70% son arbustos o arbolitos, y aproximadamente un 22 % 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 (Figura 12).

Tabla 4. Número de especies censadas por familia taxonómica y por hábito.

FAMILIA	ARBOL	ARBOLITO	ARBUSTO	ARBUSTO O ARBOLITO	TOTAL
Achatocarpaceae			1		1
Anacardiaceae	3			1	4
Apocynaceae	1			1	2
Asteraceae			2		2
Bignoniaceae	1		1		2
Bombaceae	1				1
Capparaceae			5		5
Celastraceae				1	1
Celtidaceae	1		1		2
Chenopodiaceae			2		2
Euphorbiaceae			1	2	3
Fabaceae	6	3	4	3	16
Nictaginacea			1		1
Olacaceae		1			1
Polygonaceae	1			3	4
Rhamnaceae	1		1		2
Santalaceae	2				2
Sapotaceae	1				1
Simarubaceae				1	1
Solanaceae			4	1	5
Ulmaceae	1				1
Verbenaceae			1		1
Zygophyllaceae			2	1	3
TOTAL	19	4	26	14	63

En los cuatro hábitos considerados se encuentran especies de la familia Fabaceae y también es la que posee mayor número de especies arbóreas, le y Santalaceae; la familia Capparaceae es la que posee mayor número de especies arbustivas y le siguen Fabaceae y Solanaceae; la familia Euphorbiaceae seguida de Fabaceae y Polygonaceae son las que incluyen mayor número de especies que se pueden encontrar como arbustos o como arbolitos (Tabla 4).

El muestreo incluye especies arbóreas, su regeneración natural y especies arbustivas las cuales se clasifican por familia taxonómica, género y especie (Tabla 5).

Tabla 5. Composición florística según datos de muestreo en el área de estudio.

Nº	FAMILIA	ESPECIE	COD SP	HÁBITO
1	Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	Arbusto
2	Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	Árbol
3	Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	Árbol
4	Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	MO	Arbusto
5	Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho- blanco</i>	QB	Árbol
6	Asteraceae	<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	Arbusto
7	Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	H	Árbol
8	Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i>	PB	Árbol
9	Capparaceae	<i>Capparis retusa</i>	SP	Arbusto
10	Capparaceae	<i>Capparis salicifolia</i>	SS	Arbusto
11	Capparaceae	<i>Capparis speciosa</i>	SL	Arbusto
12	Capparaceae	<i>Capparis twediana</i>	SM	Arbusto
13	Celastraceae	<i>Maytenus vitis ideae</i>	BM	Arbusto
14	Celtidaceae	<i>Celtis pallida</i>	TALI	Arbusto
15	Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus vitifolius</i> var. <i>Cnicodendron</i>	CN	Arbusto
16	Euphorbiaceae	<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	Arbusto
17	Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	TU	Arbusto
18	Fabaceae	<i>Acacia praecox</i>	GN	Arbusto
19	Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguayensis</i>	GY	Árbol
20	Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	BREA	Árbol
21	Fabaceae	<i>Mimosa detinens</i>	GR	Arbusto
22	Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	Árbol
23	Fabaceae	<i>Prosopis elata</i>	TAQ	Árbol
24	Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i>	AN	Árbol
25	Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	VI	Árbol
26	Fabaceae	<i>Prosopis torcuata</i>	QE	Árbol
27	Fabaceae	<i>Prosopis vinalillo</i>	VI	Árbol
28	Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i>	FC	Arbusto
29	Nictaginaceae	<i>Boungainvillea campanulata</i>	GUA	Árbol
30	Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	XI	Arbusto
31	Polygonaceae	<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	Arbusto
32	Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	Arbusto
33	Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	CC	Árbol
34	Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	Árbol
35	Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	Árbol
36	Simarubaceae	<i>Castela coccinea</i>	CA	Arbusto
37	Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	Árbol
38	Zigofilaceae	<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	Arbusto
39	Zigofilaceae	<i>Porliera microphylla</i>	CU	Arbusto

Las 14 especies del estrato arbóreo pertenecen a 8 familias taxonómicas, de las cuales la más representada es la familia Fabaceae, y dentro de ésta el género *Prosopis* es el que tiene mayor número de especies.

En el estrato arbustivo 21 especies pertenecen a 12 familias taxonómicas y dentro de éstas en 16 géneros, de las cuales Fabaceae y Capparaceae son las que tienen mayor número de especies, siendo el género *Capparis* el más representado.

Tabla 6. Especies localizadas en el muestreo en los 2 pisos altitudinales y las 4 transectas considerados en el muestreo.

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	PISO DE ALTITUD		TRANSECTA			
			P1	P2	T1	T2	T3	T4
ESPECIES ARBÓREAS								
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	X	X	X	X	X	X
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	X	X	X	X	X	X
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	X	X	X	X	X	X
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	H	X	X	X	X	0	0
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i>	PB	X	X	0	X	X	X
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	X	X	X	X	0	0
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0	X	0	0	0	X
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	X	X	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Prosopis torcuata</i>	QE	X	0	0	0	0	X
Fabaceae	<i>Prosopis elata</i>	TAQ	X	0	X	0	0	0
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	X	X	X	0	0	X
Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i>	AN	X	0	X	0	0	0
Fabaceae	<i>Prosopis vinalillo</i>	VI	X	0	X	0	0	0
Nictaginaceae	<i>Boungainvillea campanulata</i>	GUA	X	X	0	0	X	X
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	CC	X	0	0	X	X	0
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	X	X	X	X	X	X
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	X	X	0	X	X	0
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	X	X	0	X	X	0
ESPECIES ARBUSTIVAS Y ARBOLITOS								
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	X	X	X	X	X	X
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	MO	X	0	0	0	0	X
Asteraceae	<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	X	X	0	0	X	X
Capparaceae	<i>Capparis speciosa</i>	SL	X	X	X	X	X	X
Capparaceae	<i>Capparis twediana</i>	SM	X	X	X	X	X	X
Capparaceae	<i>Capparis retusa</i>	SP	X	X	X	X	X	X
Capparaceae	<i>Capparis salicifolia</i>	SS	0	X	0	0	0	X
Celastraceae	<i>Maytenus vitis ideae</i>	BM	X	X	X	0	0	X
Celtidaceae	<i>Celtis pallida</i>	TALI	X	X	X	0	0	X

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	PISO DE ALTITUD		TRANSECTA			
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus vitifolius</i> var. <i>Cnicodendron</i>	CN	X	X	0	X	X	0
Euphorbiaceae	<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	X	X	X	X	0	X
Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i>	FC	X	X	0	0	X	X
Fabaceae	<i>Acacia praecox</i>	GN	X	X	X	X	X	X
Fabaceae	<i>Mimosa detinens</i>	GR	X	X	X	X	X	0
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	TU	X	0	0	0	0	X
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	XI	0	X	X	0	0	0
Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	X	X	X	X	X	X
Polygonaceae	<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	X	X	X	X	X	X
Simarubaceae	<i>Castela coccinea</i>	CA	X	X	X	X	0	0
Zigofilaceae	<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	X	X	X	X	0	X
Zigofilaceae	<i>Porlieria microphylla</i>	CU	X	X	X	X	X	0

El 79% de las especies arbóreas se encuentran en ambos pisos de altitud, al igual que el 81% del total de especies arbustivas; el 36% de las especies arbóreas se localizan en las 4 transectas y el 33% del total de especies arbustivas (Tabla 6).

4.2. Estructura de la vegetación

4.2.1. Estructura del estrato arbóreo

4.2.1.1. *Estructura horizontal del estrato arbóreo*

4.2.1.1.1. *Distribución diamétrica*

La curva de distribución de individuos por clase diamétrica a intervalos de 5 cm registró gran cantidad de individuos en las clases inferiores decreciendo el número a medida que se incrementa el diámetro. La curva adopta una forma de “J” invertida.

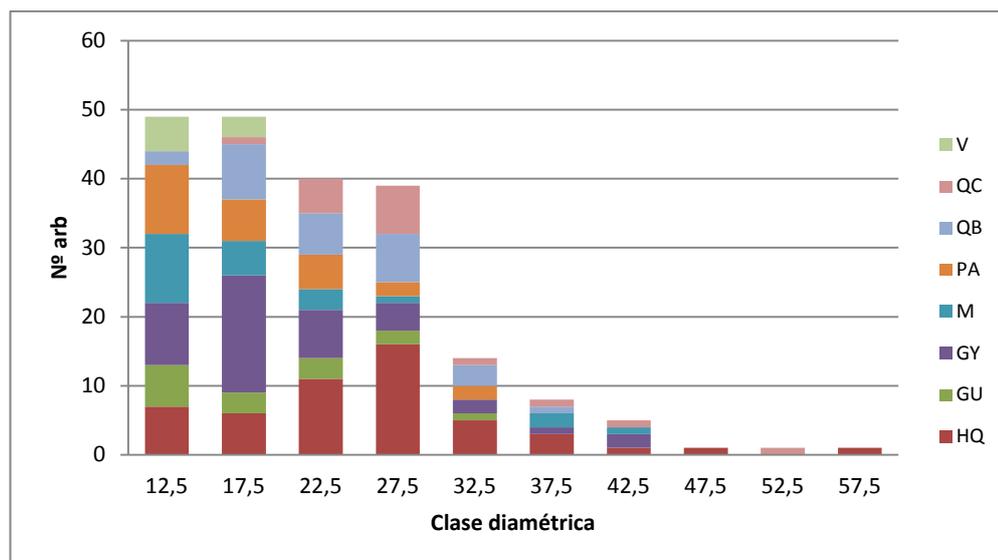


Figura 13. Distribución diamétrica por especie en clases de 5 cm de amplitud

La mayoría de los individuos se registraron en las clases diamétricas de 10 a 20 cm con preponderancia de *Phyllostylon rhamnoides*, *Ziziphus mistol* y *Caesalpinia paraguarensis*, 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 (Figura 13).

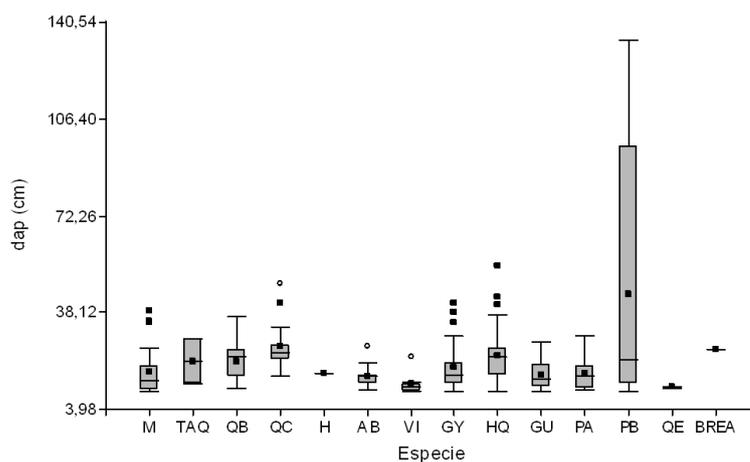


Figura 14. Gráfico de cajas (*box plot*) de los dap por especie.

Ceiba insignis posee un fuste de forma ahusada y por lo tanto sus diámetros son mayores a los de las otras especies como se observa en la Figura 14. En todas las especies se observa que hay una mayor concentración del dap por debajo del 25 %.

En P1 la distribución diamétrica tiene un elevado número de individuos en clase de 10 a 15 cm de diámetro y luego baja abruptamente en la siguiente clase. Mientras en P2 la forma de “J” invertida es más suave ya que las frecuencias disminuyen gradualmente (Figura 15).

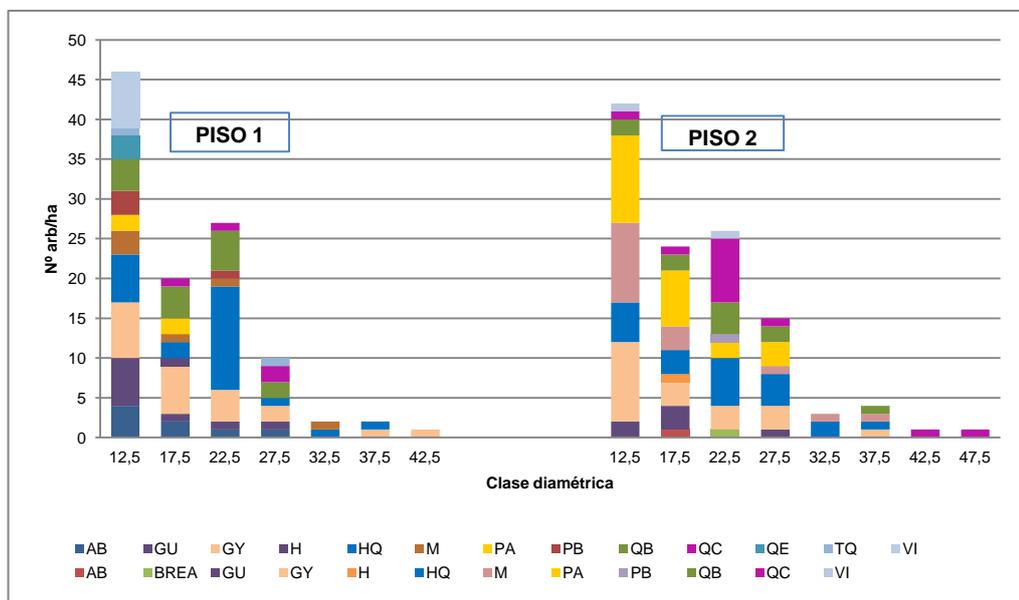
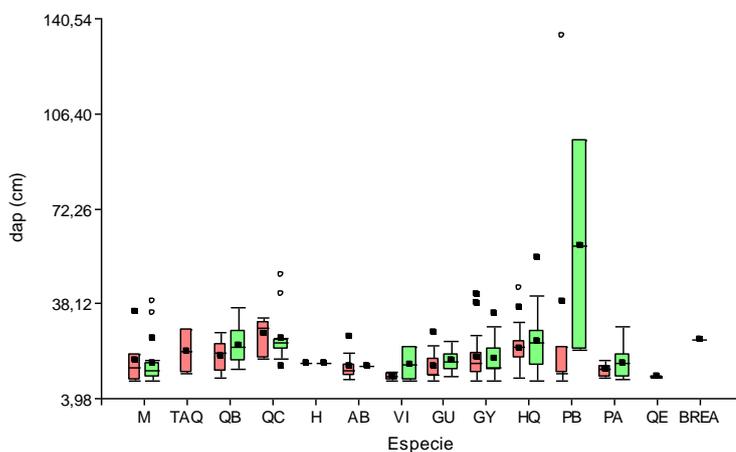


Figura 15. Clases diamétricas en ambos niveles altitudinales (P1 y P2)



Piso 1: color rojo
 Piso 2: color verde

Figura 16. Gráfico de cajas (*box plot*) de los dap para los dos pisos altitudinales establecidos

Ceiba insignis posee una marcada predominancia en los valores de diámetros normales (Figura 16)

En T1 existe una alta concentración de individuos en la clase de 12,5 cm con una predominancia de *Ziziphus mistol*, mientras que en T2 predomina *Sideroxylon obtusifolium* y *Caesalpinia paraguarensis* (Figura 17). En todas las transectas es evidente el bajo número de individuos en las clases altas, a partir de 32,5 cm.

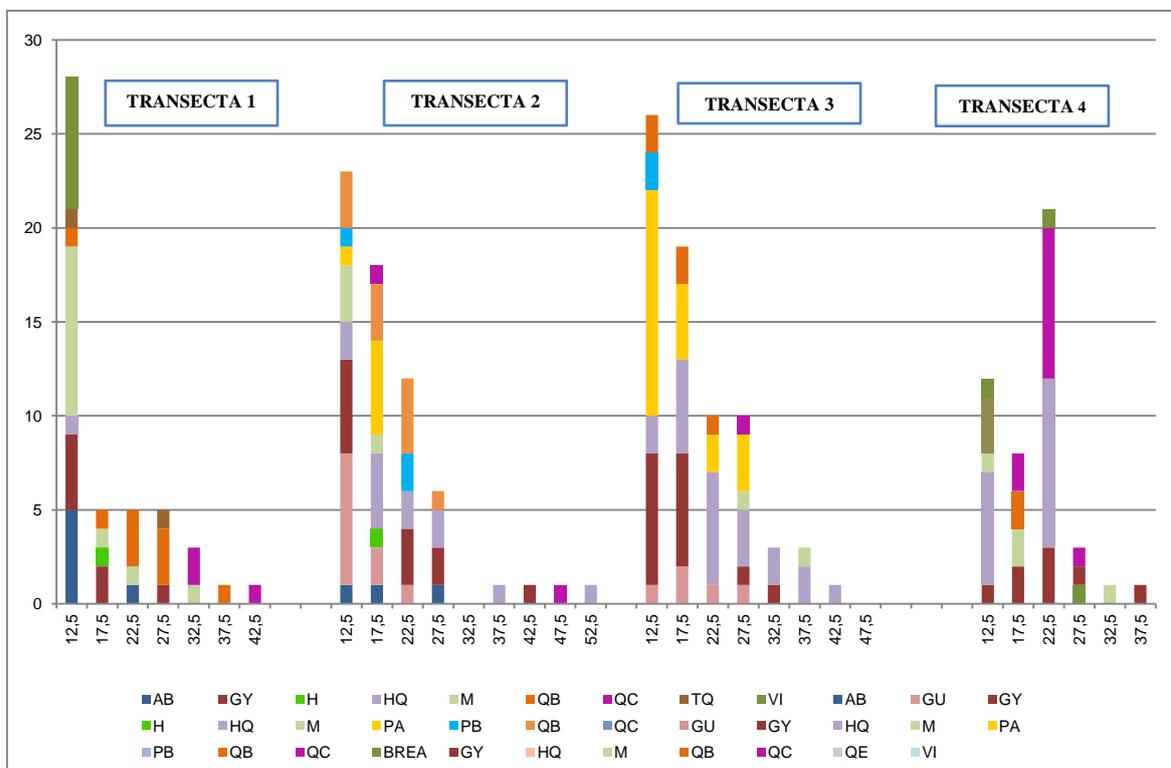


Figura 17. Distribución diamétrica por transectas

4.2.1.1.2. Área Basal

El área basal en Cerro El Remate es de 7,8 m²/ha. Se estima para cada especie en base a los datos de diámetros obtenidos en el muestreo. Los resultados se expresan en la Figura16:

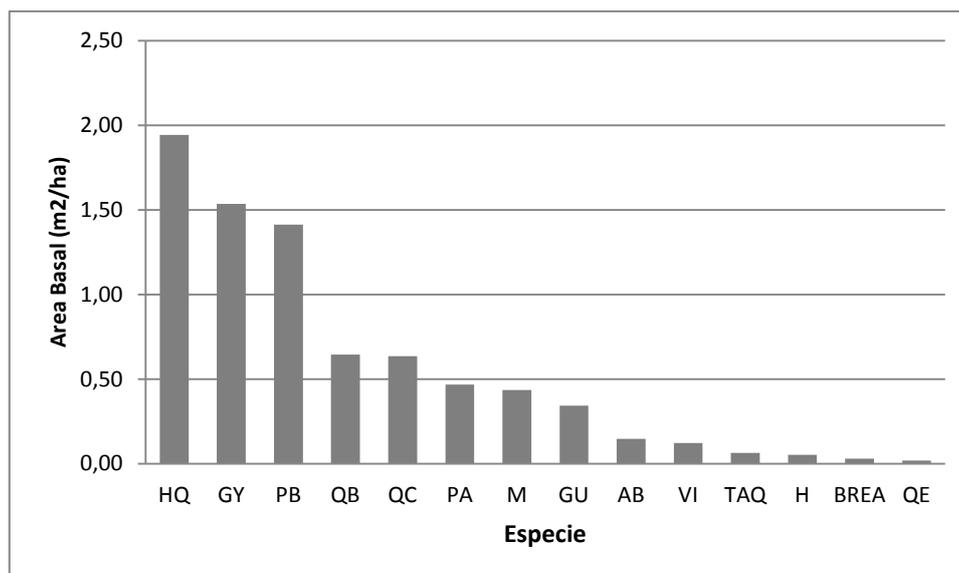


Figura 18. Área basal (m²/ha) para cada especie del estrato arbóreo

El 62 % del área basal total se concentra en tres especies, *Schinopsis marginata*, *Caesalpinia paraguarensis* y *Ceiba insignis*; un 32 % se concentra en las siguientes cinco especies: *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinopsis lorentzii*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Ziziphus mistol* y *Sideroxylon obtusifolium* (Figura 18 y 19)

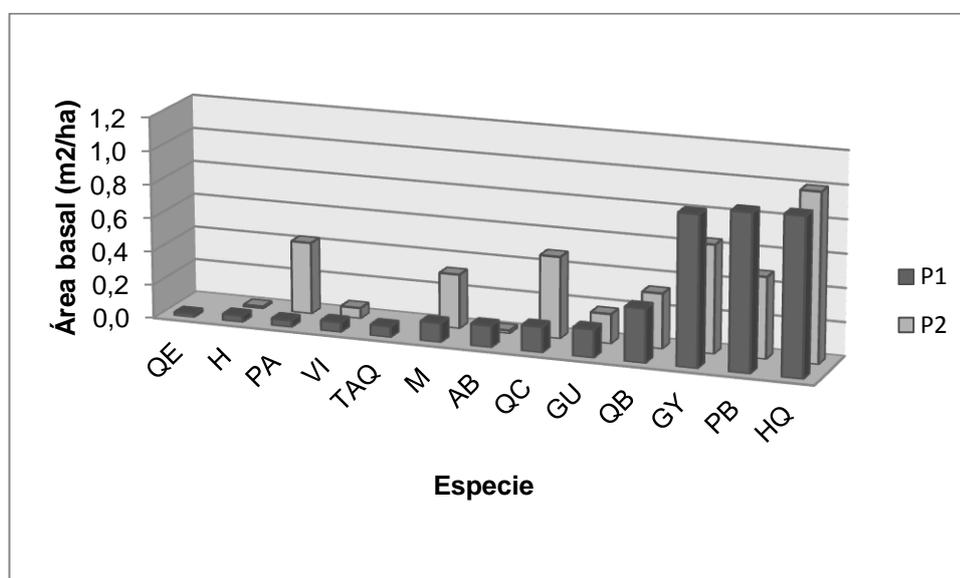


Figura 19. Área basal por especie en los dos niveles altitudinales: P1 y P2.

Según la prueba de Kruskal Wallis no hay diferencias significativas ($p=0.3920$) entre pisos altitudinales para la variable área basal (Anexo II tabla 1). Se aplica también la prueba de Kruskal Wallis por nivel altitudinal para las especies principales (Tabla 7 y Anexo II tabla 2) obteniéndose un resultado similar en ambos

Tabla 7. Prueba de Kruskal Wallis para las especies arbóreas principales para los niveles altitudinales establecidos

Especie	p
<i>Ziziphus mistol</i>	0.9029
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	0.7683
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	0.7082
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	0.5535
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	0.4898
<i>Schinopsis lorentzii</i>	0.3408
<i>Schinopsis marginata</i>	0.2251

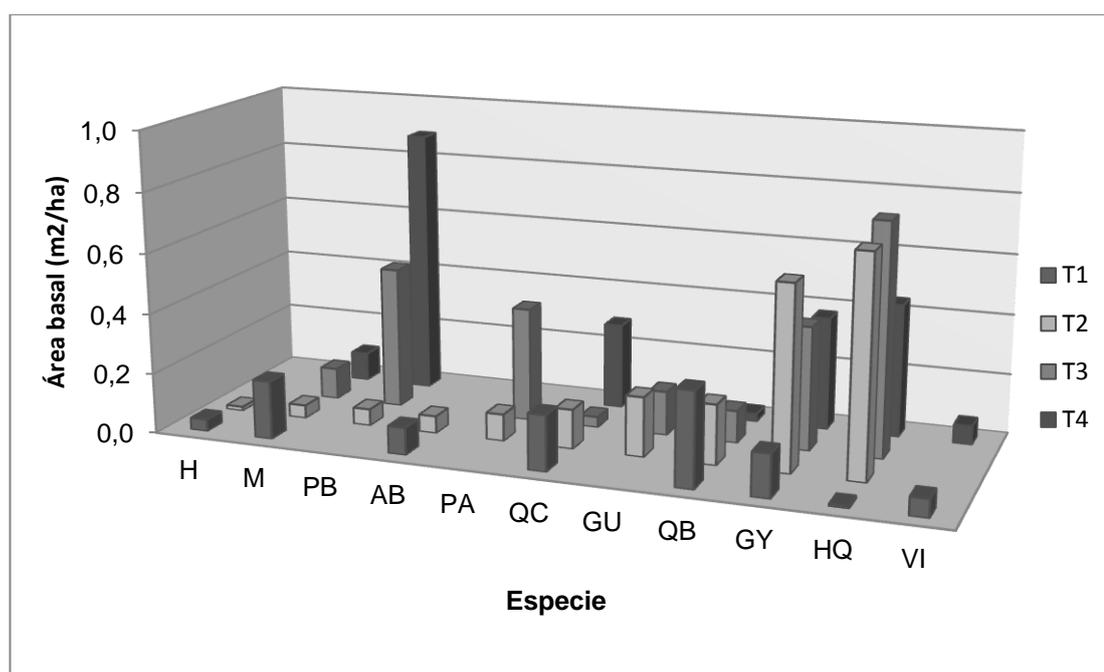


Figura 20. Área basal por especie en las cuatro transectas principales: T1, T2, T3 Y T4

La mayor concentración de área basal para *Schinopsis marginata* se registró en las transectas intermedias siendo especialmente baja en la primera, al igual que *Caesalpinia paraguarensis*. La situación inversa la presentó *Ziziphus mistol*.

También en sentido latitudinal se realizó la prueba de Kruskal Wallis ya que la variable área basal no se distribuyó normalmente (Figura 20).

En sentido latitudinal (Anexo II tabla 2) se muestra que hay diferencias significativas ($p= 0.0275$), es decir considerando las cuatro transectas principales.

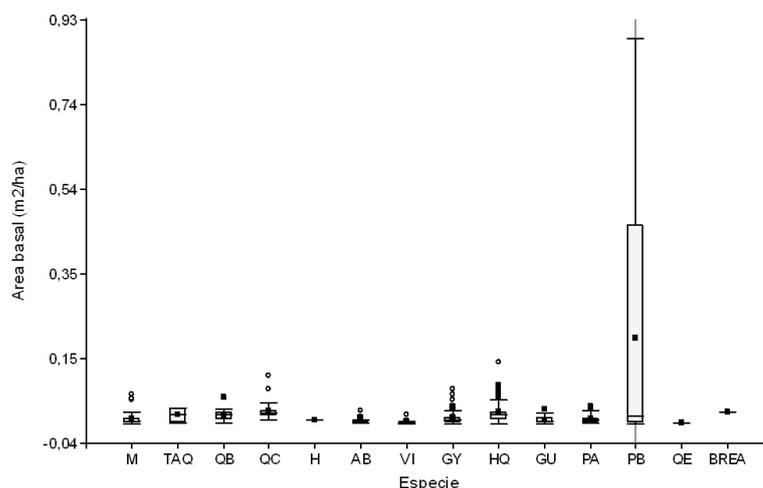
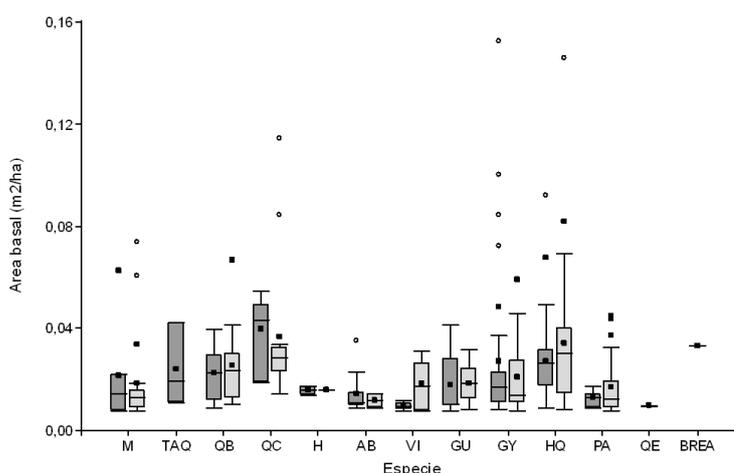


Figura 21. Gráfico de cajas (box plot) del área basal por especie.

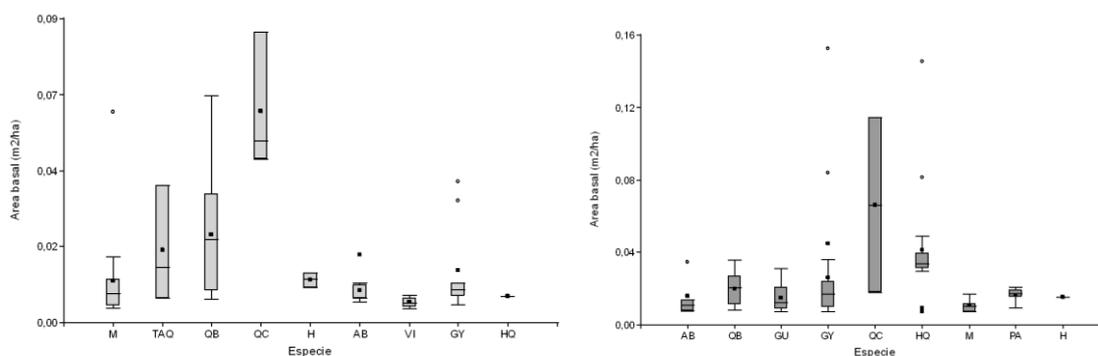
Es notable la predominancia de *Ceiba insignis* en la distribución del área basal, es por esta razón que en los siguientes gráficos se excluye esta especie para poder visualizar la distribución de las otras (Figura 21).



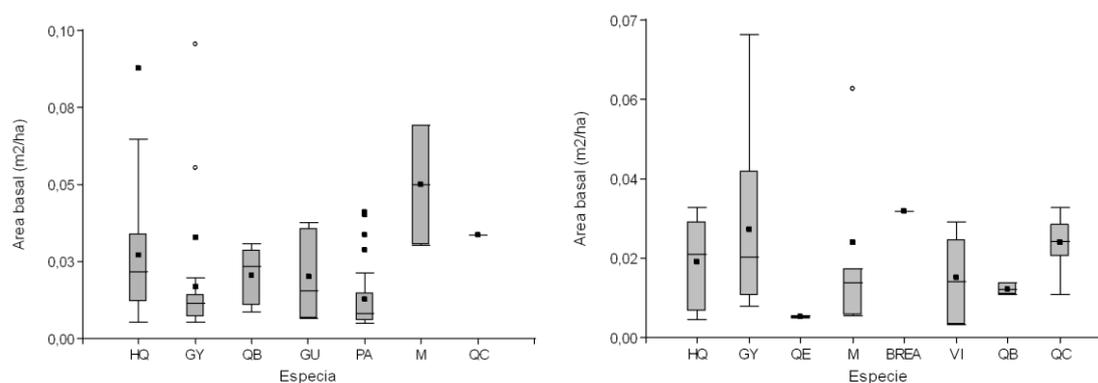
Piso 1: gris oscuro
 Piso 2: gris claro

Figura 22. Gráfico de cajas (box plot) área basal por especie y por piso altitudinal

Aspidosperma quebracho-blanco y *Ziziphus mistol* tienen una media semejante en ambos pisos altitudinales (Figura 22) mientras que para *Schinopsis lorentzii* es mayor en el piso más bajo (P1) y para *Schinopsis marginata* es mayor en el piso más alto (P2).



Figuras 23 y 24. Gráfico de cajas (box plot) de la distribución del área basal (m^2/ha) por especie en T1 y T2



Figuras 25 y 26. Gráfico de cajas (box plot) de la distribución del área basal (m^2/ha) por especie en T3 y T4

En las transectas T1 y T2 hay una predominancia en área basal de *Schinopsis lorentzii*, respecto a *Schinopsis marginata* (Figuras 23 a 26). En todas las transectas se detectó una concentración de área basal por debajo del 25%, con algunas excepciones como *Aspidosperma quebracho-blanco* en T1, *Schinopsis lorentzii* en T2, *Ziziphus mistol* en T3 y *Schinopsis marginata* en T4.

En Tabla 8 se resumen los datos correspondientes a las variables dasométricas por especie.

Tabla 8. Número de árboles por hectárea (N° arb/ha), Área basal (m²/ha), Diámetro a 1,30 mínimo y máximo (dap min- máx.), altura total mínima y máxima (ht min- máx.), altura de fuste máxima (hf máx.), porcentaje de árboles bifurcados (% arb/ha bif)

ESPECIE	N° arb/ha	Área basal (m ² /ha)	dap (cm) min- máx.	ht (m) Min- máx.	hf máx.	% arb/ha bif
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	17	0.6465	11,14-36,61	6,01-16	6	3.14
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	26	1.5358	10,19-56,02	3,77-13	3.5	33.02
<i>Ceiba insignis</i>	4	1.4139	10,19-134,33	5,6-13	4.03	0.00
<i>Cercidium praecox</i>	1	0.0310	25.15	9	1	0.00
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	17	0.4685	10,19-29,60	4,72-14	3.5	9.43
<i>Prosopis alba</i>	6	0.1478	10,22-26,10	5-9,5	2	5.03
<i>Prosopis elata</i>	1	0.0650	12,73-28,65	10,01-11	1.45	2.52
<i>Prosopis ruscifolia</i>	6	0.1237	10,19-24,19	5,5-14	2.95	4.72
<i>Prosopis torcuata</i>	2	0.0204	11,46-12,10	3.85	0.2	0.00
<i>Schinopsis lorentzii</i>	11	0.6372	15,60-48,38	6,01-14	6.5	2.52
<i>Schinopsis marginata</i>	31	1.9422	10,50-54,75	4,7-16	4.25	22.01
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	9	0.3441	10,19-28,33	4,7-9	2.75	7.55
<i>Tabebuia nodosa</i>	1	0.0529	14,96-17,51	4,5-5,8	3.14	2.52
<i>Ziziphus mistol</i>	14	0.4373	10,19-38,52	4,2-14	3.6	7.55
Total	145	7.8665				100

Un alto porcentaje de árboles bifurcados, 55%, se concentra en dos especies, *Caesalpinia paraguarensis* y *Schinopsis marginata*. Lo cual es interesante tener en cuenta en la estimación del área basal.

4.2.1.1.3. Cobertura de copa

En la Tabla 9 se muestran los porcentajes de cobertura arbórea para todas las especies del estrato arbóreo. La cobertura de copa por hectárea alcanza el 50%, dentro del cual *Schinopsis marginata* ocupa el 15,17% y en segundo lugar se ubica *Caesalpinia paraguarensis* con 11.52%.

Tabla 9. Porcentaje de cobertura de copa por hectárea para las especies arbóreas

ESPECIE	COD SP	N° arb/ha	Sup copa m ² /ha	% Cob/ha
<i>Prosopis alba</i>	AB	6	119.68	1.20
<i>Cercidium praecox</i>	BREA	1	20.42	0.20
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	9	329.75	3.30
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	26	1211.19	12.11

ESPECIE	COD SP	Nº arb/ha	Sup copa m ² /ha	% Cob/ha
<i>Tabebuia nodosa</i>	H	1	18.31	0.18
<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	31	1525.87	15.26
<i>Ziziphus mistol</i>	M	14	351.19	3.51
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	17	352.82	3.53
<i>Ceiba insignis</i>	PB	4	145.53	1.46
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	17	365.74	3.66
<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	11	567.21	5.67
<i>Prosopis torcuata</i>	QE	1	42.12	0.42
<i>Prosopis elata</i>	TAQ	1	32.09	0.32
<i>Prosopis ruscifolia</i>	VI	6	139.12	1.39
Total		144	5221.03	52.21

La cobertura arbórea por hectárea es del 52%, con el aporte de *Schinopsis marginata* y *Caesalpinia paraguarensis* del 27%. La cobertura de estas dos especies representa el 50% del total. *Schinopsis lorentzii* se ubica en tercer lugar con el 5,3 % del total de cobertura por hectárea

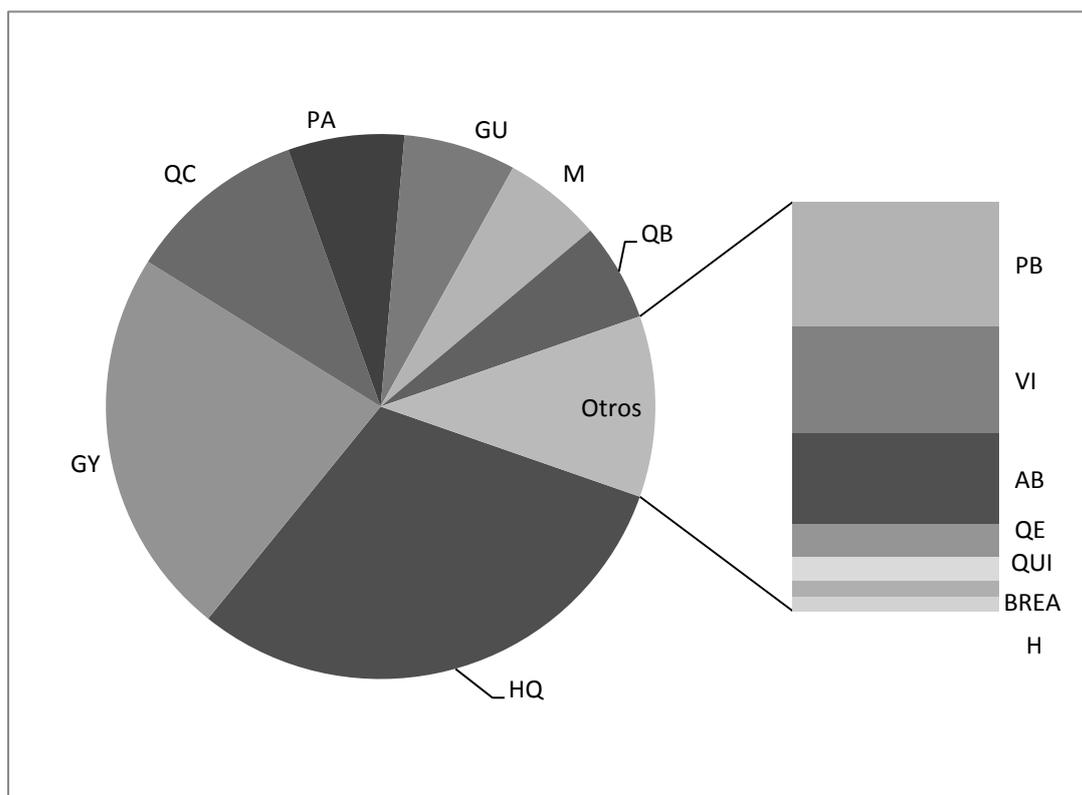


Figura 27. Porcentaje de cobertura de copa por especie.

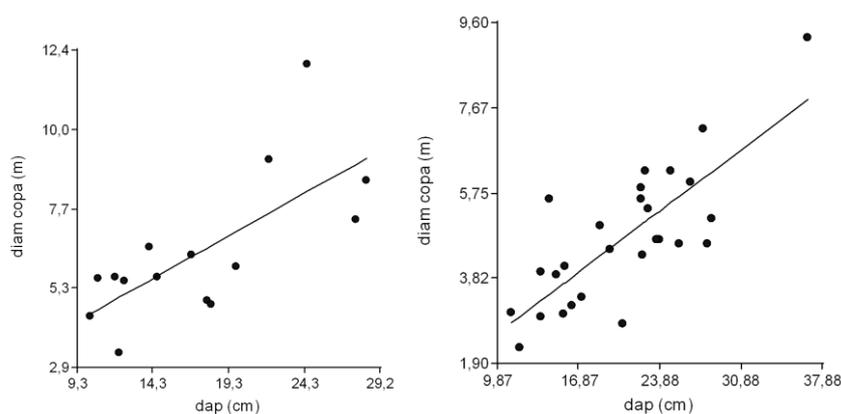
En la Figura 27 se observa el alto porcentaje que ocupan las primeras 7 especies mencionadas en la tabla correspondiente, suman el 90% del total de la cobertura total. Mas del 50% de la cobertura de copa está definida por *Schinopsis marginata* y *Caesalpinia paraguarensis*.

Se analizan variables dendrométricas y se prueban varios modelos con las variables involucradas a continuación se expresan las que ajustan al modelo y poseen $R^2 > 0.5$. Se toman como variables dependientes las relacionadas con el diámetro de copa y superficie de copa, y como variables regresoras se consideran: dap, área basal y altura total de los árboles.

Sideroxylon obtusifolium ajusta ($p < 0.05$) a una regresión lineal tomando como variable dependiente al diámetro de copa y regresora el dap. Con $R^2 = 0.51$ (tabla 10 y Figura 26). *Aspidosperma quebracho-blanco* ajusta a idéntico modelo ($p < 0.05$) con $R^2 = 0.62$. (Tabla 10 y Figura 28)

Tabla 10. Regresión lineal diámetro de copa y dap

Especie	Ecuación	R ²
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	$Y = 1.90 + 0.26x$	0.51
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	$Y = 0.59 + 0.20x$	0.62



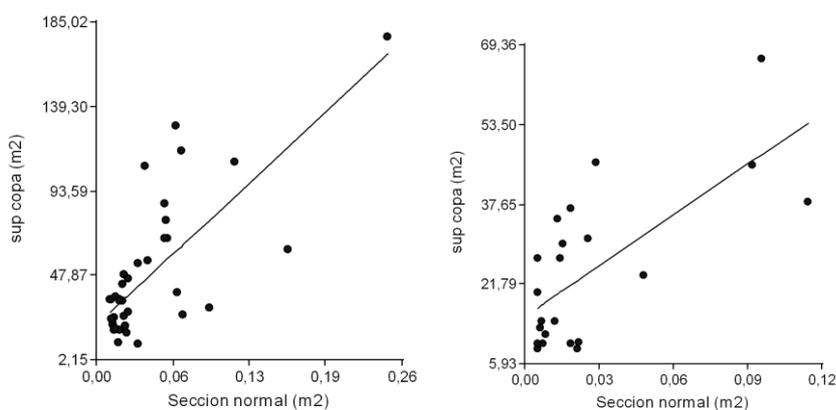
Figuras 28 y 29. Análisis de regresión lineal para *Sideroxylon obtusifolium* (izquierda) y *Aspidosperma quebracho-blanco* (derecha)

El modelo que relaciona como variable dependiente a la superficie de copa (m^2) y regresora a la sección normal (m^2) ajusta ($p < 0.05$) en el caso de *Caesalpinia paraguarensis* con un $R^2 = 0.53$ (Tabla 11 y Figura 30); *Ziziphus mistol* con $R^2 = 0.48$,

siendo este modelo el que da mayor ajuste en el caso de esta especie (Tabla 11 y Figura31)

Tabla 11. Regresión lineal superficie de copa y sección normal

Especie	Ecuación	R ²
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	Y= 23.07+586.89x	0.53
<i>Ziziphus mistol</i>	Y=14.27+338.85x	0.48



Figuras30 y 31. Análisis de regresión para *Caesalpinia paraguarensis* (izquierda) y *Ziziphus mistol* (derecha)

Para *Schinopsis marginata* el modelo que mejor ajusta ($p < 0.05$) toma al diámetro de copa como variable dependiente y la altura total de los árboles como regresora, con un $R^2 = 0.40$ (Tabla 12 y Figura 32).

Tabla 12. Regresión lineal diámetro de copa y altura total

Especie	Ecuación	R ²
<i>Schinopsis marginata</i>	Y=23.07+586x	0.40

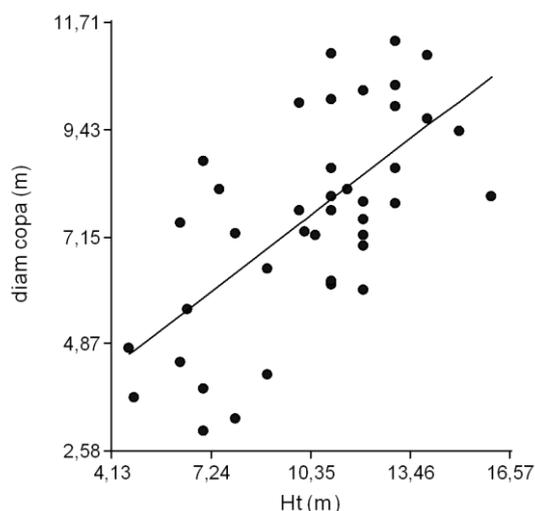


Figura 32. Análisis de regresión lineal para *Schinopsis marginata*

4.2.1.1.4. Densidad, frecuencia y dominancia de las especies del estrato arbóreo

La densidad, frecuencia y dominancia, absoluta y relativa, del estrato arbóreo se presenta en el Tabla 13:

Tabla 13. Densidad absoluta (Da) y relativa (Dr); Frecuencia absoluta (Fa) y relativa (Fr); Dominancia absoluta (DoA) y relativa (DoR) del estrato arbóreo

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	Da	Dr (%)	Fa	Fr (%)	DoA	DoR (%)
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	40.83	21.12	0.67	13.79	1.942	24.69
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	35.00	18.10	1.00	20.69	1.536	19.52
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i>	PB	5.83	3.02	0.50	10.34	1.414	17.97
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	22.50	11.64	0.42	8.62	0.647	8.22
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	22.50	11.64	0.42	8.62	0.469	5.96
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	18.33	9.48	0.42	8.62	0.437	5.56
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	14.17	7.33	0.33	6.90	0.637	8.10
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	12.50	6.47	0.50	10.34	0.344	4.37
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	7.50	3.88	0.17	3.45	0.148	1.88
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	VI	7.50	3.88	0.17	3.45	0.124	1.57
Fabaceae	<i>Prosopis torcuata</i>	QE	2.50	1.29	0.08	1.72	0.020	0.26
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	H	1.67	0.86	0.08	1.72	0.053	0.67
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0.83	0.43	0.08	1.72	0.031	0.39
Fabaceae	<i>Prosopis elata</i>	TAQ	1.67	0.86	0.00	0.00	0.065	0.83

Schinopsis marginata tiene una marcada dominancia, referida al área basal (m^2/ha), respecto a las demás especies y le sigue *Caesalpinia paraguarensis* y *Ceiba insignis*, los grandes diámetros de esta especie la ubican en los primeros lugares, sin embargo no es abundante ni frecuente (Tabla 17)

La densidad (n° arb/ha) caracteriza a la estructura horizontal del rodal así como el área basal. En Figura 33 se grafica el número de árboles/ha y por especie.

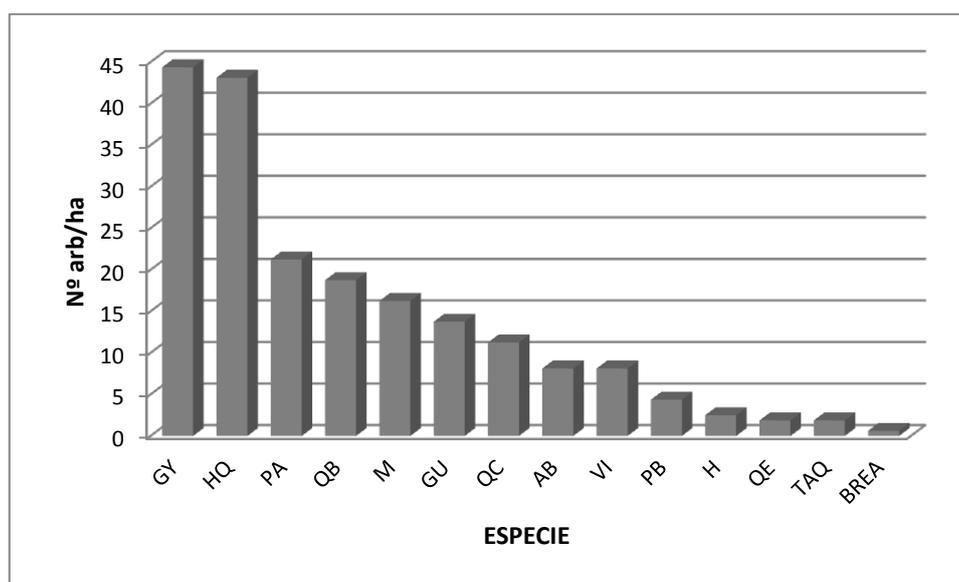


Figura 33. Densidad del estrato arbóreo

El mayor porcentaje de individuos por hectárea, un 45 %, pertenece a *Caesalpinia paraguarensis* y *Schinopsis marginata*; 36% se concentra en las siguientes 4 especies *Phyllostylon rhamnoides*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol* y *Sideroxylon obtusifolium* (Figura 33). *Ceiba insignis* a pesar de tener un alto porcentaje de área basal, posee pocos individuos por hectárea, sólo un 2,2 % del total.

La especie más frecuente es *Caesalpinia paraguarensis* presente en el 75% de las unidades muestrales, y le siguen *Schinopsis marginata*, presente en el 50% de las unidades muestrales, *Sideroxylon obtusifolium* y *Ceiba insignis*, presentes en el 38%, y *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol* y *Phyllostylon rhamnoides*, presentes en el 31,5%. (Tabla 17)

4.2.1.1.5. Índice de valor de Importancia

El índice de valor de importancia (IVI) se calcula en base a los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia, es decir es un índice que expresa la importancia de las especies en su estructura horizontal (Tabla 18).

Tabla 14. Índice de valor de Importancia (IVI) para las especies del estrato arbóreo

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	IVI	IVI (%)
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	7.81	9.21
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0.95	2.55
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	13.34	21.18
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	37.54	58.32
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	H	1.80	3.26
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	43.44	59.60
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	19.19	23.66
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	23.39	26.21
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i>	PB	7.75	31.34
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	23.56	28.48
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	15.14	22.32
Fabaceae	<i>Prosopis torcuata</i>	QE	2.60	3.28
Fabaceae	<i>Prosopis elata</i>	TAQ	1.73	1.69
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	VI	7.79	8.90

Schinopsis marginata es la especie de mayor importancia desde el punto de vista ecológico de acuerdo al IVI, en segundo lugar se encuentra *Caesalpinia paraguarensis*, baja abruptamente y en tercer lugar se encuentra *Ceiba insignis*, luego *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Phyllostylon rhamnoides* (Figura 34).

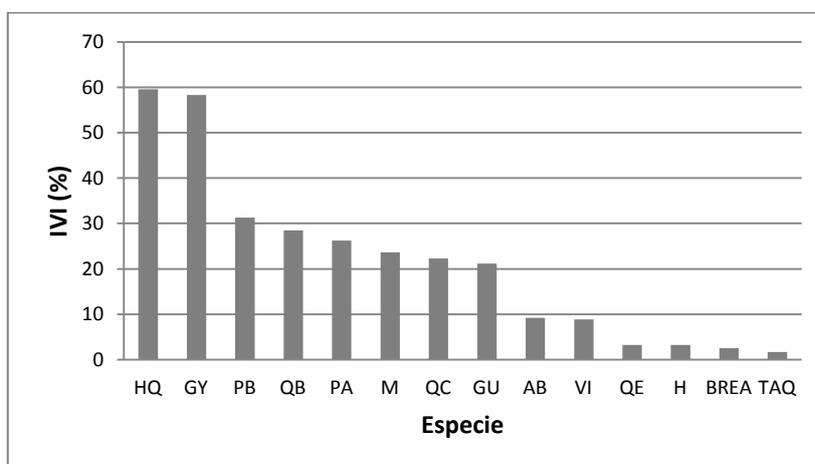


Figura 34. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo

En referencia a los niveles altitudinales, si bien las especies de mayor IVI% son las mismas, el palo amarillo se comporta como dominante en el P2. La sumatoria de los valores de IVI% de las dos especies de *Schinopsis* es similar en ambos pisos (Tabla 15).

Tabla 15. Índice de valor de Importancia (IVI e IVI%) para las especies del estrato arbóreo en altitud (P1 y P2) y en latitud (T1, T2, T3 y T4)

ESPECIE	PISO 1		PISO 2		TRANSECTA 1		TRANSECTA 2		TRANSECTA 3		TRANSECTA 4	
	IVI	IVI %	IVI	IVI %	IVI	IVI%	IVI	IVI%	IVI	IVI%	IVI	IVI%
<i>Prosopis alba</i>	5.38	15.78	0.77	3.86	4.09	27.00	1.93	7.32	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Cercidium praecox</i>	0.00	0.00	0.78	4.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.91	10.19
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	6.17	20.49	4.30	17.47	0.00	0.00	7.20	39.71	4.02	27.90	0.00	0.00
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	16.76	62.27	12.77	49.81	5.02	40.13	9.11	67.15	10.78	57.42	6.38	60.57
<i>Tabebuia nodosa</i>	0.79	4.74	0.76	3.73	0.91	11.93	0.64	2.17	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Schinopsis marginata</i>	19.61	60.09	14.70	55.70	0.88	9.09	9.60	69.18	14.64	75.45	10.32	65.10
<i>Ziziphus mistol</i>	4.24	16.66	11.07	37.63	8.69	67.60	2.79	13.21	1.60	12.06	3.10	26.14
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	2.79	10.27	15.18	39.05	0.00	0.00	4.84	33.44	14.50	64.43	0.00	0.00
<i>Ceiba insignis</i>	4.56	38.35	1.98	19.77	0.00	0.00	2.43	17.23	2.85	33.62	1.76	48.57
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	10.82	33.00	7.70	28.40	6.69	66.03	7.57	36.33	3.73	21.28	1.53	12.11
<i>Schinopsis lorentzii</i>	3.03	15.86	8.98	31.92	2.56	35.55	1.63	14.26	0.91	7.84	7.41	42.92
<i>Prosopis torcuata</i>	2.02	5.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.15	13.97
<i>Prosopis elata</i>	1.44	6.19	0.00	0.00	1.56	16.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Prosopis ruscifolia</i>	4.56	10.32	1.56	8.45	4.69	26.34	0.00	0.00	0.00	0.00	1.81	20.43
Total	82,17		80,57		35		48		53		35	

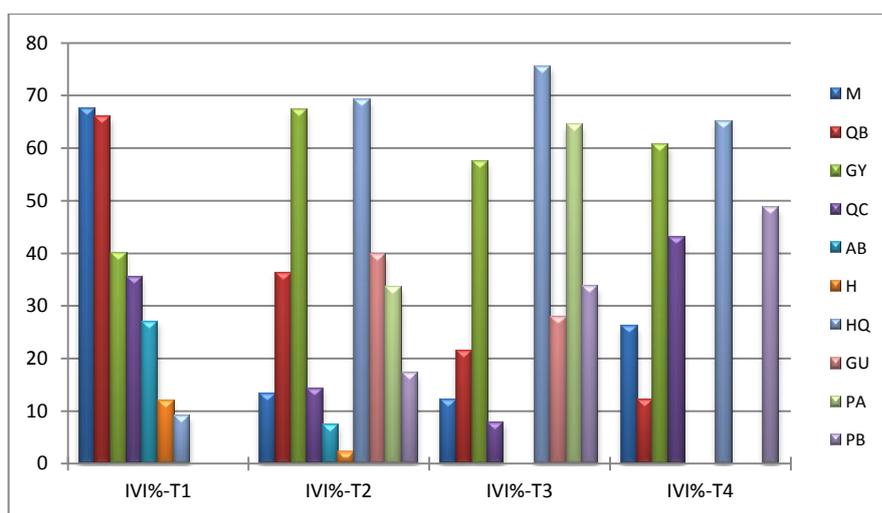


Figura 35. Índice de valor de Importancia (IVI%) para las especies del estrato arbóreo en las 4 transectas

En sentido latitudinal hay variación en el orden de importancia ecológica según los valores de IVI %. En la T1 la especie de mayor IVI% es *Ziziphus mistol*, situación que no se repite en las otras transectas (Figura 35).

Schinopsis marginata alcanza el primer lugar en todas menos en T1 donde se ubica en último lugar; *Phyllostylon rhamnoides* está presente en T2 y T3 donde se ubica dentro de los primeros lugares. *Caesalpinia paraguarensis* se encuentra entre las primeras 3 especies de mayor valor ecológico en todas las transectas (Tabla 15).

Resumiendo, las especies típicas del Chaco Serrano se expresan en las transectas centrales y toman relevancia las especies del Chaco Semiárido en las laterales.

4.2.1.1.6. Distribución espacial

Se aplican índices de distribución espacial o índices de agregación. Mediante estos índices se obtienen los patrones de distribución espacial que permiten inferir el comportamiento de las especies en relación a sus congéneres y con el ambiente en el que habita. En la Tabla 16 se presentan los resultados para los índices de distribución de McGuinness y Fracker & Brischle.

Tabla 16. Patrón de distribución espacial para las especies del estrato arbóreo según los índices de agregación: IGA= Índice de Mac Guinness; K= índice de Fracker & Brischle

ESPECIE	Cod Sp	IGA	PaDist	K	PaDist
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	2.43	Agrup	2.07	Agrup
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	1.26	TAgrup	0.13	Aleat
<i>Ceiba insignis</i>	PB	0.93	Aleat	-0.15	Aleat
<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0.97	Aleat	-0.49	Aleat
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	4.50	TAgrup	9.35	Agrup
<i>Prosopis alba</i>	AB	2.71	Agrup	8.23	Agrup
<i>Prosopis elata</i>	TAQ	1.94	TAgrup	14.52	Agrup
<i>Prosopis ruscifolia</i>	VI	2.71	Agrup	8.23	Agrup
<i>Prosopis torcuata</i>	QE	2.91	Agrup	29.52	Agrup
<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	2.26	Agrup	2.68	Agrup
<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	3.70	Agrup	3.27	Agrup
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	1.99	TAgrup	2.12	Agrup
<i>Tabebuia nodosa</i>	H	0.94	Aleat	-0.48	Aleat
<i>Ziziphus mistol</i>	M	1.66	TAgrup	0.80	TAgrup

Para el IGA el 57.1% de las especies tiene distribución agrupada, el 24% con tendencia a la agrupación y las demás distribución aleatoria. Para el índice de Fracker & Brischle el 80% de las especies tiene distribución en agregados y el 20% restante distribución aleatoria (Tabla 16). Las especies que tiene tendencia a la agrupación en IGA tienen distribución en agregados para Fracker & Brischle, como es el caso de *Caesalpinia paraguarensis* y *Sideroxylon obtusifolium*.

4.2.1.2. Estructura vertical del Estrato arbóreo

4.2.1.2.1. Posición Sociológica

Quedan conformados 3(tres) subestratos dentro del estrato arbóreo a partir de las alturas totales de los individuos considerando los siguientes porcentajes: 50%, 30%, 20% los cuales representan el subestrato superior, medio e inferior respectivamente (Tabla 17):

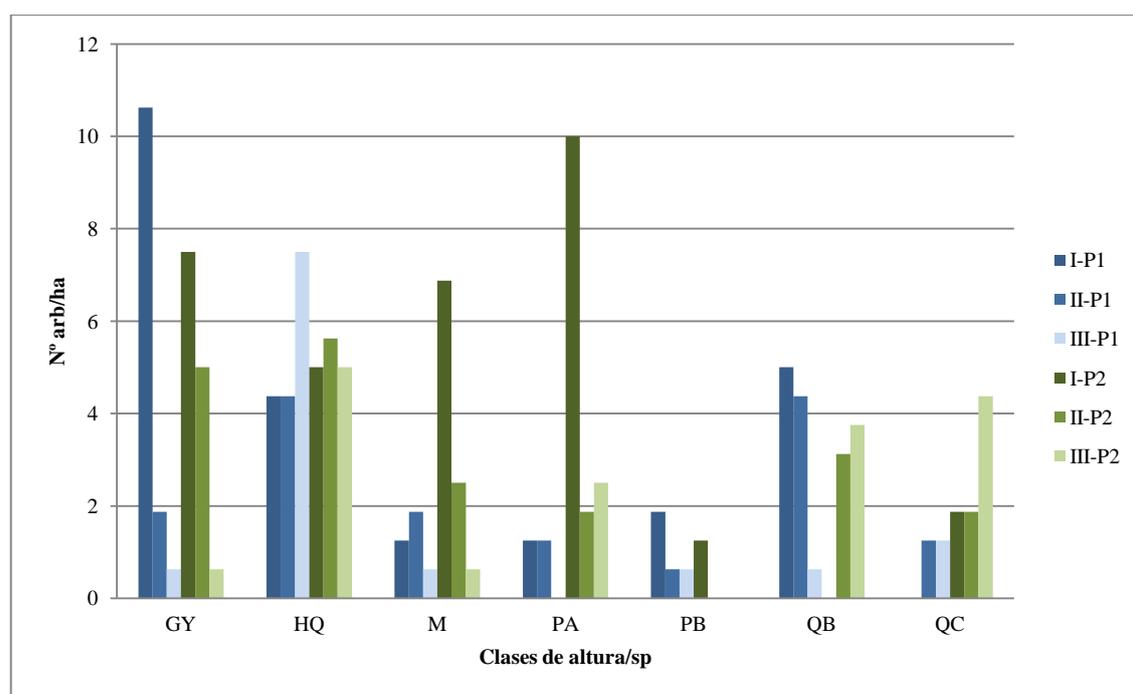
Tabla 17. Posición Sociológica Absoluta (PSA) y Posición Sociológica Relativa (PSR) del estrato arbóreo agrupando las alturas totales en 3 subestratos.

ESPECIE	COD SP	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>Prosopis alba</i>	AB	3	5	2	3	0	2	21	3.83	5
<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0	5	1	3	0	2	2	0.34	1
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	7	5	3	3	0	2	42	7.55	9
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	18	5	7	3	1	2	114	20.52	26
<i>Tabebuia nodosa</i>	H	1	5	0	3	0	2	6	1.13	1
<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	9	5	10	3	13	2	102	18.38	32
<i>Ziziphus mistol</i>	M	8	5	4	3	1	2	56	10.15	14
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	11	5	3	3	3	2	71	12.74	17
<i>Ceiba insignis</i>	PB	3	5	1	3	1	2	19	3.38	4
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	5	5	8	3	4	2	56	10.15	17
<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	2	5	3	3	6	2	30	5.41	11
<i>Prosopis torcuata</i>	QE	2	5	0	3	0	2	9	1.69	2
<i>Prosopis elata</i>	TAQ	0	5	1	3	0	2	4	0.68	1
<i>Prosopis ruscifolia</i>	VI	3	5	2	3	1	2	23	4.06	6
TOTAL		73		44		29		554	100	146

VF_i= Valor Fitosociológico del sustrato inferior
 VF_m= Valor Fitosociológico del sustrato medio
 VF_s= Valor Fitosociológico del sustrato superior

Se considera que una especie tiene posición sociológica regular cuando hay mayor número de individuos en los estratos inferiores como es el caso de *Caesalpinia paraguarensis* 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. En la Figura 36 se muestran las especies representadas en los 3 sustratos.



I-P1= Substrato inferior- Piso 1
 II-P1= Substrato medio- Piso 1
 III-P1= Substrato superior- Piso 1
 I-P2= Substrato inferior- Piso 2
 II-P2= Substrato medio- Piso 2
 III-P2= Substrato superior- Piso 2

Figura 36. Estructura vertical de las especies arbóreas en cada sustrato.

4.2.1.2.2. Perfiles esquemáticos de la vegetación

Para cada transecta principal (T1, T2, T3, T4) se elaboraron perfiles de vegetación esquemáticos de la composición específica utilizando las alturas totales máximas y máximos diámetros de copa de las especies arbóreas presentes en cada nivel altitudinal (P1 y P2).

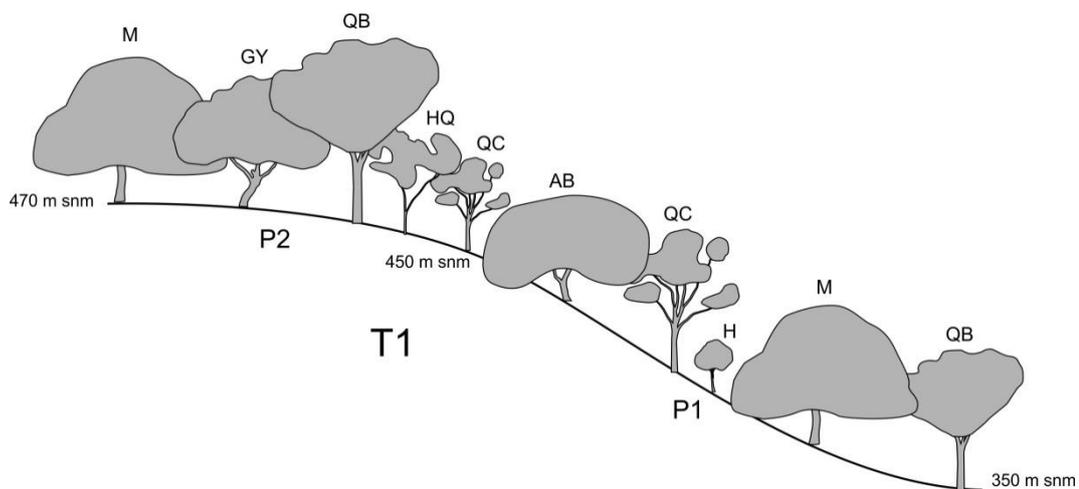


Figura 37. Perfil esquemático de la transecta principal T1.

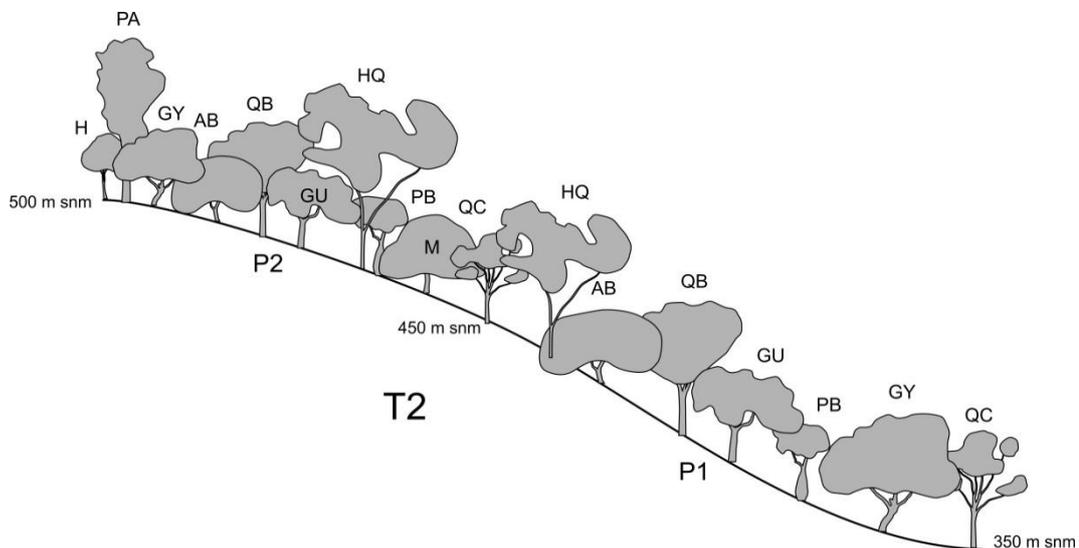


Figura 38. Perfil esquemático de la transecta principal T2.

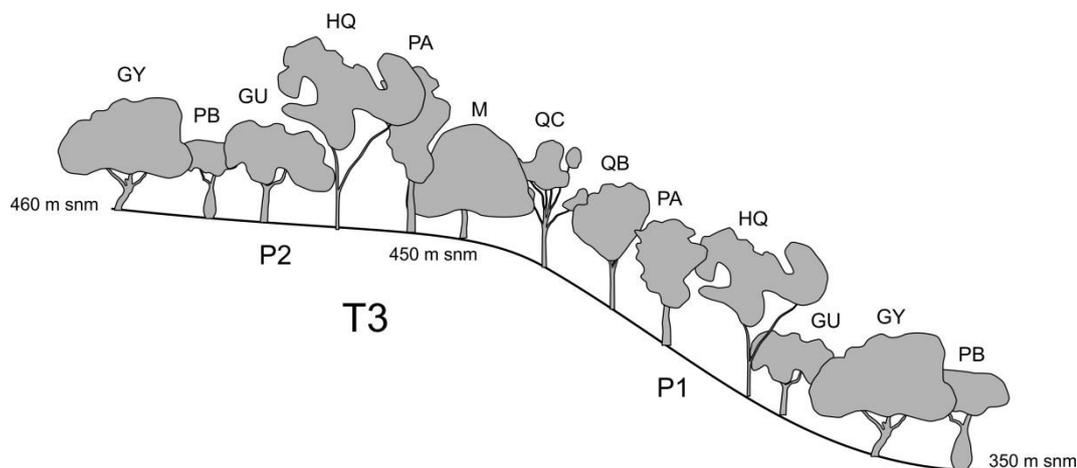


Figura 39. Perfil esquemático de la transecta principal T3.

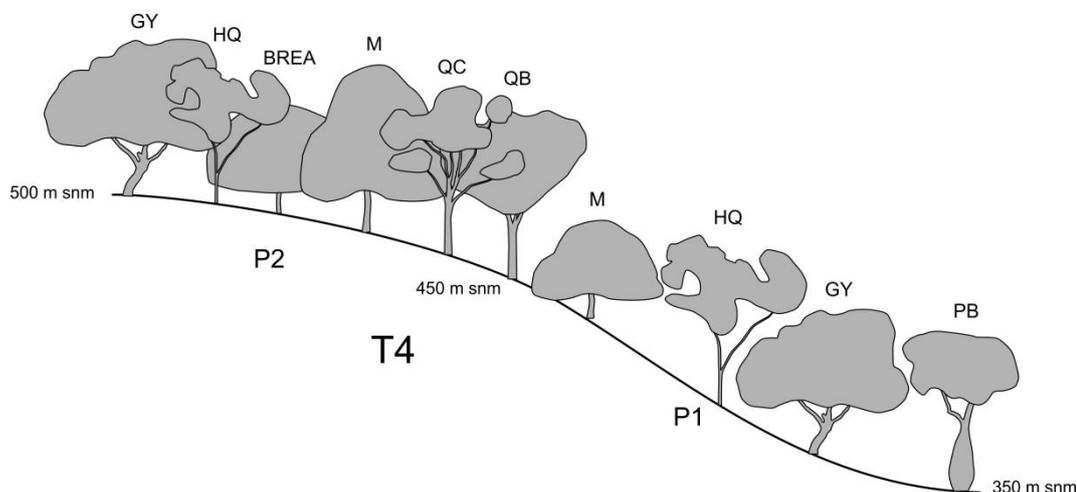


Figura 40. Perfil esquemático de la transecta principal T4.

En T1 el estrato superior está formado por *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Schinopsis lorentzii*; en T2 y T3 lo conforman *Schinopsis marginata* y *Phyllostylon rhamnoides*, y en T4 *Schinopsis marginata*, *Schinopsis lorentzii* y *Aspidosperma quebracho-blanco* (Figuras 37 a 40).

4.2.2. Estructura de la Regeneración Natural

La regeneración natural es el banco del futuro bosque, con poca o ninguna intervención. Es el sistema por medio del cual han nacido casi todos los bosques del mundo, y suele ser el sistema más eficiente y económico. La regeneración natural permite el desarrollo de semillas que salen de los remanentes de vegetación nativa.

4.2.2.1. Estructura horizontal de la regeneración natural

El Tabla 18 explica las variables que definen la estructura horizontal de la regeneración natural, en Figura 41 su variación de la densidad relativa.

Tabla 18. Densidad absoluta (Da) y densidad (Dr); frecuencia absoluta (Fa) y relativa (Fr)

FAMILIA	ESPECIE	COD				
		SP	Da	Dr	Fa	Fr
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	16	1,15	0,13	4,23
Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i>	AN	47	3,45	0,09	2,82
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	CC	63	4,60	0,09	2,82
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	10	0,77	0,09	2,82
Nictaginaceae	<i>Boungainvillea campanulata</i>	GUA	31	2,30	0,13	4,23
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	21	1,53	0,13	4,23
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	354	26,05	0,52	16,90
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	214	15,71	0,48	15,49
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	349	25,67	0,48	15,49
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	151	11,11	0,48	15,49
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	42	3,07	0,13	4,23
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	T	31	2,30	0,17	5,63
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	16	1,15	0,09	2,82
Fabaceae	<i>Prosopis vinalillo</i>	VI	16	1,15	0,09	2,82
Total			1359	100,00	3,09	100,00

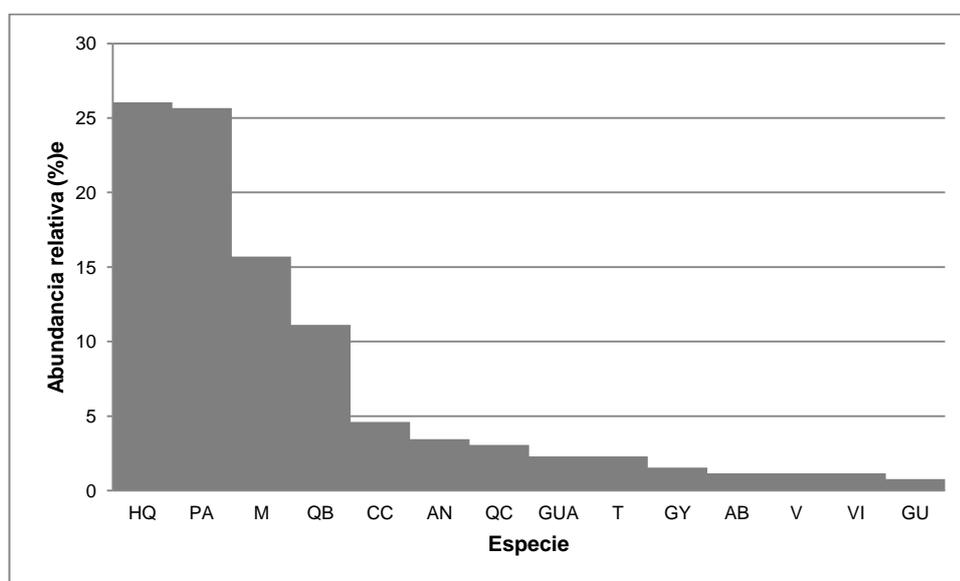


Figura 41. Densidad relativa de la regeneración natural arbórea

La especie con mayor densidad son *Schinopsis marginata* al igual que en la masa adulta, seguida de *Phyllostylon rhamnoides*, *Ziziphus mistol* y *Aspidosperma quebracho-blanco*. No se localizaron renovales de *Ceiba insignis* durante el muestreo.

4.2.2.2. Estructura vertical de la regeneración natural

Las alturas totales de la regeneración se analizan según la categoría de tamaño absoluta y relativa. En el Tabla 24 se proporcionan los resultados para toda el área de estudio.

Tabla19. Categoría de tamaño absoluta (CTaRN) y relativa (CTrRN) para las alturas de los individuos de la regeneración natural.

FAMILIA	ESPECIE	COD	Clase	Clase	Clase	TOTAL	CTaRN	CTrRN
		SP	I	II	III			
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	5	5	16	26	1134.5	1.1299
Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i>	AN	5	21	47	73	3363.7	3.3499
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	CC	0	42	63	104	4716.9	4.6976
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	5	5	10	21	827.7	0.8243
Nictaginaceae	<i>Boungainvillea campanulata</i>	GUA	16	5	31	52	2224.4	2.2153
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	0	21	21	42	1744.7	1.7376
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	182	31	354	568	24605.0	24.504
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	31	125	214	370	16192.9	16.127
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	42	229	349	620	26927.0	26.817
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	83	21	151	255	10770.6	10.727
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	0	31	42	73	3230.8	3.2176
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	T	0	21	31	52	2358.4	2.3488
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	0	10	16	26	1179.2	1.1744
Fabaceae	<i>Prosopis vinalillo</i>	VI	5	5	16	26	1134.5	1.1299
Total			375	573	1359	2307	100410.3	100
VF			16.25	24.83	58.92			

Phyllostylon rhamnoides seguido por *Schinopsis marginata* y *Ziziphus mistol* son las especies que ocupan los primeros lugares en Categoría de Tamaño, la cual se refiere a las alturas de los individuos de la regeneración natural, le siguen *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Coccoloba cordata*. En Figura42se expresa la distribución de los renovales de las especies en las clases de altura. Si bien la regeneración es abundante, con representación de las especies en todas las clases, no se cumple el requisito de

poseer mayor número de individuos en la clase inferior para considerarse una distribución regular.

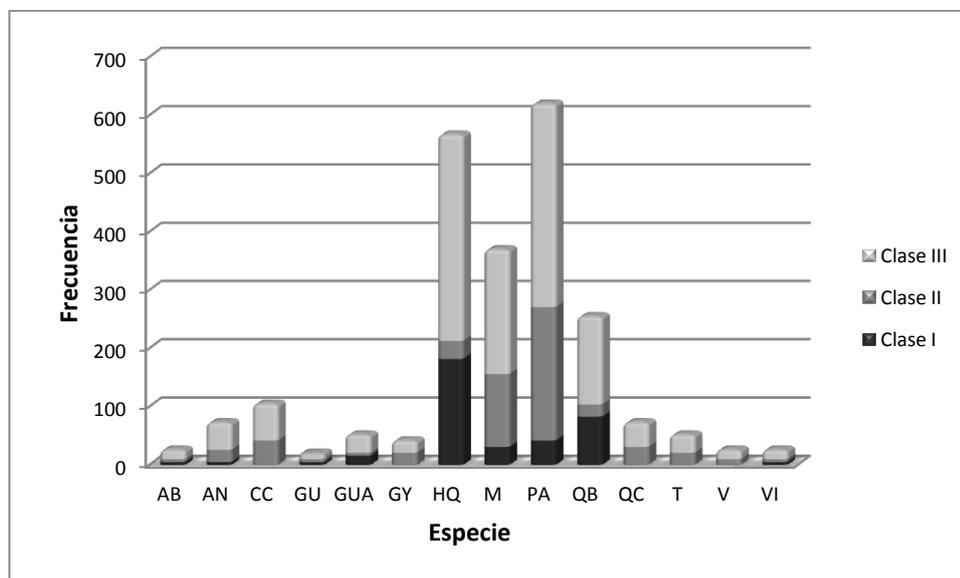


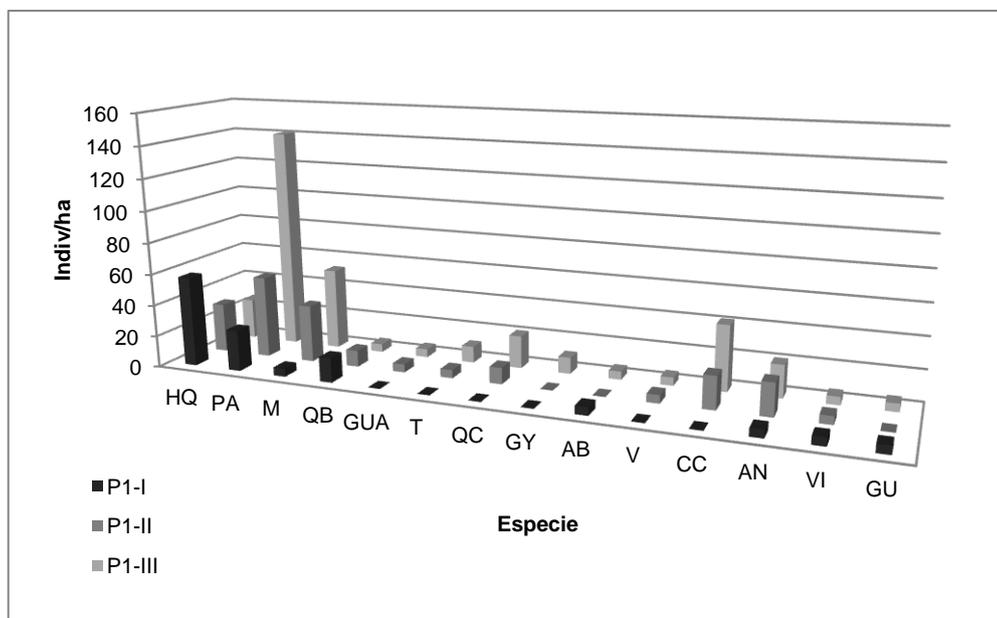
Figura 42. Categorías de tamaño de la regeneración natural

También se analiza la estructura vertical por piso altitudinal formando 3 clases de altura o categorías de tamaño (Tabla 20).

Tabla 20. Individuos por hectárea por categoría de tamaño, por piso altitudinal

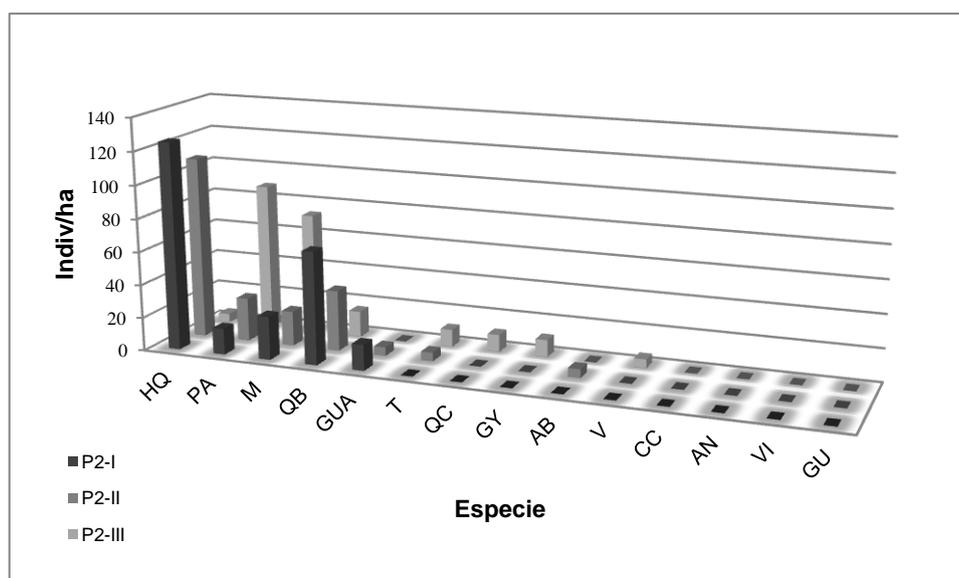
ESPECIE	COD SP	Clase I	P1			Total P1	P2			Total P2	Total
			Clase II	Clase III	Clase I		Clase II	Clase III			
<i>Prosopis alba</i>	AB	5	0	5	10	0	5	0	5	16	
<i>Prosopis nigra</i>	AN	5	21	21	47	0	0	0	0	47	
<i>Coccoloba cordata</i>	CC	0	21	42	63	0	0	0	0	63	
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	5	0	5	10	0	0	0	0	10	
<i>Boungainvillea campanulata</i>	GUA	0	5	5	10	16	5	0	21	31	
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	0	0	10	10	0	0	10	10	21	
<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	57	31	26	115	125	109	5	240	354	
<i>Ziziphus mistol</i>	M	5	36	52	94	26	21	73	120	214	
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	26	52	141	219	16	26	89	130	349	
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	QB	16	10	5	31	68	36	16	120	151	
<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	0	10	21	31	0	0	10	10	42	
<i>Tabebuia nodosa</i>	T	0	5	10	16	0	5	10	16	31	
<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	0	5	5	10	0	0	5	5	16	
<i>Prosopis vinalillo</i>	VI	5	5	5	16	0	0	0	0	16	
Total		125	203	354	682	250	208	219	677	1359	

Schinopsis marginata, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Prosopis alba* y *Sideroxylon obtusifolium* aumenta su número de individuos desde la clase inferior hacia la superior. *Phyllostylon rhamnoides*, *Ziziphus mistol*, *Schinopsis lorentzii*, *Coccoloba cordata* y *Prosopis nigra* disminuyen en número de individuos desde la clase superior hacia la inferior. Se indica en Figura 43 y 44 la distribución por clases para P1y P2.



P1-I= clase de altura I o categoría de tamaño inferior
P1-II= clase de altura II o categoría de tamaño medio
P1-III= clase de altura III o categoría de tamaño superior

Figura 43. Distribución de individuos de la regeneración natural por alturas en el Piso 1.



P2-I= clase de altura I o categoría de tamaño inferior
P2-II= clase de altura II o categoría de tamaño medio
P2-III= clase de altura III o categoría de tamaño superior

Figura 44. Distribución de individuos de la regeneración natural por alturas en el Piso 2

4.2.2.3. Regeneración Natural Relativa

Índice basado en las clases de altura y los valores relativos de densidad y frecuencia, combina la estructura vertical y horizontal de la regeneración natural (Tabla 21).

Tabla 21. Regeneración Natural relativa(RNr)

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	CTrRN	Dr	Fr	RNr
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	1.12991	1.15	4.23	2.17
Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i>	AN	3.349921	3.45	2.82	3.21
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	CC	4.697617	4.60	2.82	4.04
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	0.824308	0.77	2.82	1.47
Nictaginaceae	<i>Boungainvillea campanulata</i>	GUA	2.215327	2.30	4.23	2.91
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	1.737603	1.53	4.23	2.50
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	24.50442	26.05	16.90	22.49
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	16.12669	15.71	15.49	15.78
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	26.81693	25.67	15.49	22.66
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	QB	10.72654	11.11	15.49	12.44
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	3.21761	3.07	4.23	3.50
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	T	2.348809	2.30	5.63	3.43
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	1.174404	1.15	2.82	1.71
Fabaceae	<i>Prosopis vinalillo</i>	VI	1.12991	1.15	2.82	1.70

En los primeros 5 lugares se ubican *Phyllostylon rhamnoides*, *Schinopsis marginata*, *Ziziphus mistol*, *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Schinopsis lorentzii*, lo que indica la permanencia asegurada de las mismas en el bosque (Figura 45).

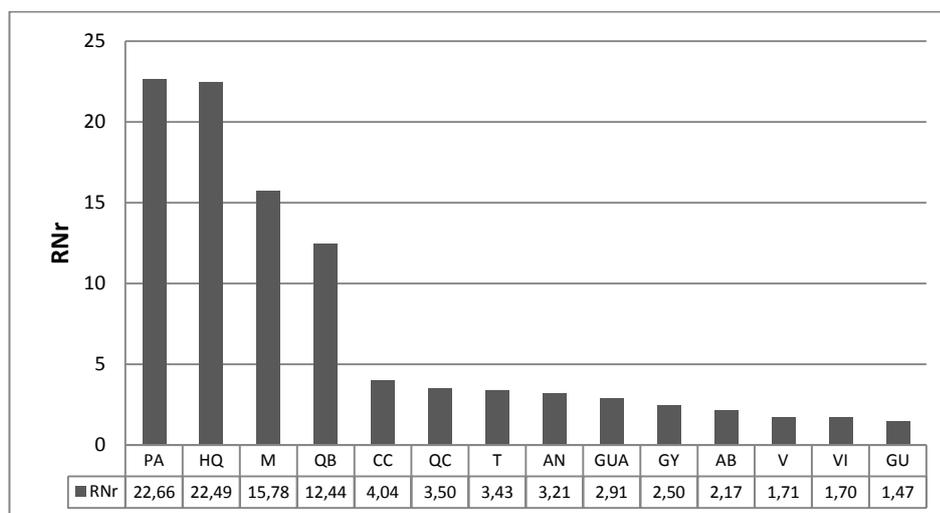


Figura 45. Regeneración natural relativa

4.2.4. Índice de Valor de Importancia Ampliado

El Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA) combina la masa adulta y su regeneración tanto en la estructura vertical como en la estructura horizontal.

Tabla22. Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	IVI (%)	PSR	RNr	IVIA
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	59.60	18.38	22.49	100.47
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	58.32	20.52	2.50	81.33
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	26.21	12.74	22.66	61.61
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	28.48	10.15	12.44	51.07
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	23.66	10.15	15.78	49.58
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i>	PB	31.34	3.38		34.72
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	22.32	5.41	3.50	31.24
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	21.18	7.55	1.47	30.21
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	9.21	3.83	2.17	15.21
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	8.90	4.06	1.71	14.67
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	H	3.26	1.13	3.43	7.81
Fabaceae	<i>Prosopis torcuata</i>	QE	3.28	1.69		4.97
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	CC			4.04	4.04
Fabaceae	<i>Prosopis nigra</i>	AN			3.21	3.21
Nictaginaceae	<i>Boungainvillea campanulata</i>	GUA			2.91	2.91
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	BREA	2.55	0.34		2.89
Fabaceae	<i>Prosopis elata</i>	TAQ	1.69	0.68		2.36
Fabaceae	<i>Prosopis vinalillo</i>	VI			1.70	1.70

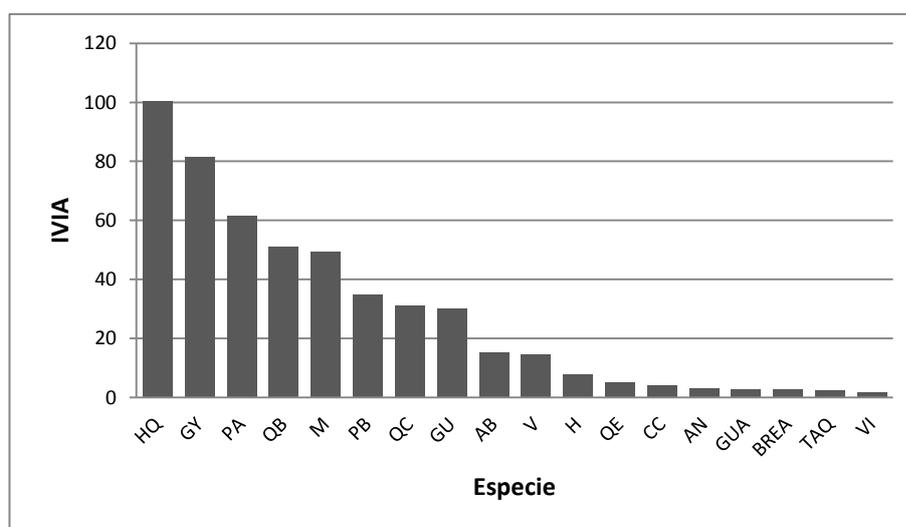


Figura 46. Índice de Valor de Importancia Ampliado (IVIA)

Según este índice *Schinopsis marginata* ocupa el primer lugar, y está seguido por *Caesalpinia paraguarensis*, luego *Phyllostylon rhamnoides* y *Aspidosperma quebracho-blanco*. El orden de los resultados para estas especies es idéntico al IVI. En su conjunto el IVIA expresa la situación actual del bosque y su perspectiva futura, al incluir la regeneración natural (Tabla 22 y Figura 46).

4.2.5. Estructura del estrato arbustivo

4.2.5.1. Estructura horizontal del estrato arbustivo

4.2.5.1.1. Densidad y frecuencia

En la Tabla 23 se presentan los resultados de densidad absoluta, densidad relativa, frecuencia absoluta y frecuencia relativa.

Tabla 23. Densidad absoluta (Da), Densidad relativa (Dr), Frecuencia absoluta (Fa) y Frecuencia relativa (Fr) del estrato arbustivo.

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	Da	Dr	Fa	Fr
Celastraceae	<i>Maytenus vitis ideae</i>	BM	42	1.34	0.143	2.326
Zigofilaceae	<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	141	4.53	0.393	6.395
Simarubaceae	<i>Castela coccinea</i>	CA	63	2.01	0.214	3.488
Euphorbiaceae	<i>Cnidoscolus vitifolius</i> <i>var. cnicodendron</i>	CN	16	0.50	0.107	1.744
Zigofilaceae	<i>Porlieria microphylla</i>	CU	135	4.36	0.250	4.070
Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	417	13.42	0.750	12.209
Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i>	FC	42	1.34	0.143	2.326
Fabaceae	<i>Acacia praecox</i>	GN	630	20.30	0.679	11.047
Fabaceae	<i>Mimosa detinens</i>	GR	73	2.35	0.179	2.907
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	188	6.04	0.429	6.977
Polygonaceae	<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	516	16.61	0.786	12.791
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	MO	52	1.68	0.071	1.163
Asteraceae	<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	151	4.87	0.250	4.070
Euphorbiaceae	<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	21	0.67	0.143	2.326
Capparaceae	<i>Capparis speciosa</i>	SL	36	1.17	0.179	2.907

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	Da	Dr	Fa	Fr
Capparaceae	<i>Capparis twediana</i>	SM	198	6.38	0.536	8.721
Capparaceae	<i>Capparis retusa</i>	SP	292	9.40	0.571	9.302
Capparaceae	<i>Capparis salicifolia</i>	SS	5	0.17	0.036	0.581
Celtidaceae	<i>Celtis pallida</i>	TALI	68	2.18	0.179	2.907
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	TU	10	0.34	0.071	1.163
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	XI	10	0.34	0.036	0.581
Total			3104	100	6.143	100.000

Como se observa en la Figura 47, las especies con mayor densidad en el estrato arbustivo son *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala* y *Ruprechtia laxiflora* (50%).

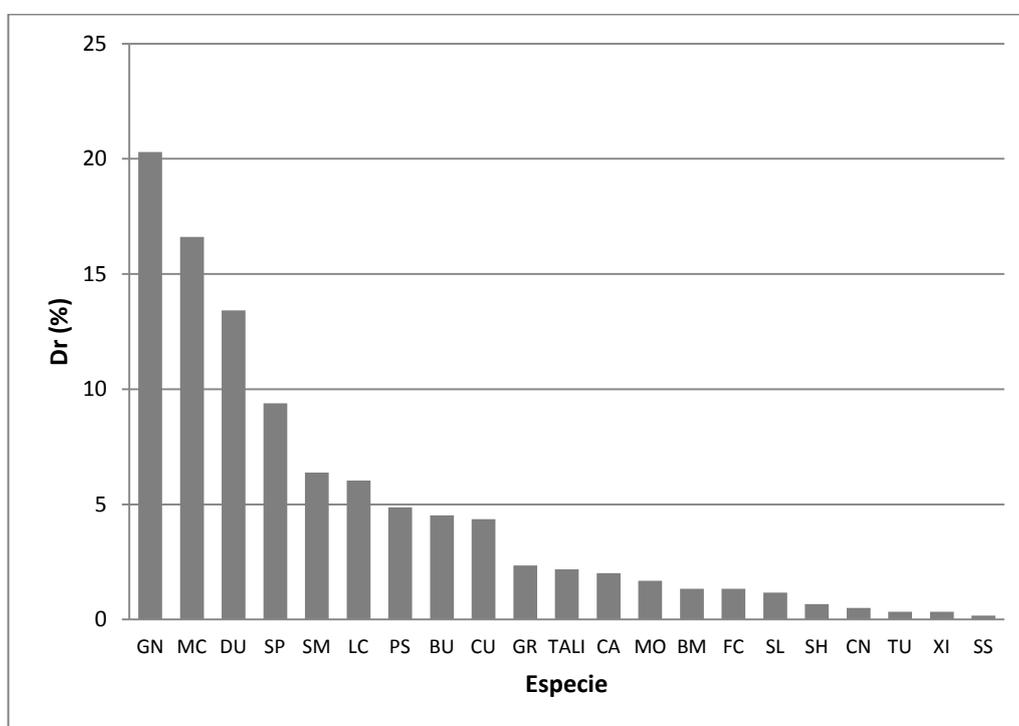


Figura 47. Densidad relativa del estrato arbustivo

4.2.5.1.2. Patrón de distribución espacial para el estrato arbustivo

Es importante en la estructura horizontal poder definir la distribución espacial de las especies, para tal fin se aplican dos índices los cuales se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Patrón de distribución para las especies del estrato arbustivo según los índices de agregación: IGA= Índice de Mac Guinness; K= índice de Fracker & Brischle.

ESPECIE	Cod Sp	IGA	PaDist	K	PaDist
<i>Acacia aroma</i>	TU	0.97	Aleat	-0.49	Aleat
<i>Acacia praecox</i>	GN	4.20	Agrup	3.55	Agrup
<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	2.39	Agrup	2.97	Agrup
<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	2.00	TAgrup	2.38	Agrup
<i>Capparis retusa</i>	SP	2.52	Agrup	2.20	Agrup
<i>Capparis salicifolia</i>	SS	0.98	Aleat	-0.49	Aleat
<i>Capparis speciosa</i>	SL	1.29	TAgrup	1.69	Agrup
<i>Capparis twediana</i>	SM	1.88	TAgrup	1.39	Agrup
<i>Castela coccinea</i>	CA	1.81	TAgrup	3.88	Agrup
<i>Celtis pallida</i>	TALI	2.39	Agrup	8.19	Agrup
<i>Cnidoscopus vitifolius</i>					
<i>var. cnicodendron</i>	CN	0.95	Aleat	-0.48	Aleat
<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	3.67	Agrup	10.82	Agrup
<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	0.94	Aleat	-0.48	Aleat
<i>Maytenus vitis idaeae</i>	BM	1.87	Agrup	6.53	Agrup
<i>Mimosa detinens</i>	GR	2.58	Agrup	9.27	Agrup
<i>Porlieria microphylla</i>	CU	3.29	Agrup	9.28	Agrup
<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	2.66	Agrup	1.43	Agrup
<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	2.34	Agrup	1.26	Agrup
<i>Schinus molle</i>	MO	4.84	Agrup	59.53	Agrup
<i>Sesbania virgata</i>	FC	1.87	Agrup	6.53	Agrup
<i>Ximenia americana</i>	XI	1.97	TAgrup	30.51	Agrup

El 80% de las especies del estrato arbustivo tiene tendencia al agrupamiento o agrupada; *Capparis speciosa* y *Castela coccinea* tienen diferentes resultados con ambos índices (Tabla 24).

4.2.5.2. Estructura vertical del estrato arbustivo

Se aplican las clases de altura con igual método que en el estrato arbóreo (Tabla 25), y luego se calcula la Estructura Vertical arbustiva (EVA) tanto absoluta como relativa (Tabla 26).

Tabla 25. Clases de altura en el estrato arbustivo

%	CLASE	Nº de individuos	Alturas límites (m)
50	I	298	1.83
30	II	179	3.2
20	III	119	9
Total		596	

Tabla 26. Estructura vertical arbustiva absoluta (EVaa) y relativa (EVar)

ESPECIE	COD SP	SUBESTRATO			TOTAL	VALOR FITOSOCIOLOGICO			ESTRUCTURA VERTICAL DE ARBUSTOS (EVa)	
		I	II	III		VFI	VFII	VFIII	EVaa	EVar
<i>Maytenus vitis-ideae</i>	BM	42	0	0	42	5	3	2	208.33	1.77
<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	94	47	0	141	5	3	2	609.38	5.17
<i>Castela coccinea</i>	CA	36	21	5	63	5	3	2	255.21	2.16
<i>Cnidoscolus vitifolius var. cnicodendron</i>	CN	5	0	10	16	5	3	2	46.88	0.40
<i>Porlieria microphylla</i>	CU	94	42	0	135	5	3	2	593.75	5.03
<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	146	120	151	417	5	3	2	1390.63	11.79
<i>Sesbania virgata</i>	FC	36	5	0	42	5	3	2	197.92	1.68
<i>Acacia praecox</i>	GN	505	47	78	630	5	3	2	2822.92	23.93
<i>Mimosa detinens</i>	GR	5	63	5	73	5	3	2	223.96	1.90
<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	63	104	21	188	5	3	2	666.67	5.65
<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	94	177	245	516	5	3	2	1489.58	12.63
<i>Schinus molle</i>	MO	21	21	10	52	5	3	2	187.50	1.59
<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	31	94	26	151	5	3	2	489.58	4.15
<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	10	10	0	21	5	3	2	83.33	0.71
<i>Capparis speciosa</i>	SL	5	31	0	36	5	3	2	119.79	1.02
<i>Capparis twediana</i>	SM	120	57	21	198	5	3	2	812.50	6.89
<i>Capparis retusa</i>	SP	214	63	16	292	5	3	2	1286.46	10.91
<i>Capparis salicifolia</i>	SS	5	0	0	5	5	3	2	26.04	0.22
<i>Celtis pallida</i>	TALI	16	21	31	68	5	3	2	203.13	1.72
<i>Acacia aroma</i>	TU	10	0	0	10	5	3	2	52.08	0.44
<i>Ximения americana</i>	XI	0	10	0	10	5	3	2	31.25	0.26

Ruprechtia apetala tiene mayor número de individuos en las clases de altura mayores y disminuye gradualmente hacia las inferiores, al igual que *Ruprechtia triflora*, *Celtis pallida*.

Acacia praecox, *Capparis retusa*, *Achatocarpus praecox*, *Capparis twediana*, *Gochnatia palosanto*, *Castela coccinea* y *Schinus molle* están presentes en los tres substratos pero no tienen una distribución regular.

4.2.5.3. Índice de importancia ecológica para el Estrato Arbustivo

En el cálculo de este índice se considera la estructura horizontal (densidad y frecuencia) y vertical (clases de alturas) del estrato arbustivo, aplicando la siguiente ecuación:

$$IIEarbu = \frac{Dr + Fr + EVar}{3}$$

Donde:

IIEarbu= Índice de importancia ecológica arbustiva; Dr= Densidad relativa; Fr= Frecuencia relativa; EVar=Estructura vertical relativa

Los resultados obtenidos se expresan en Tabla 27.

Tabla 27. Índice de importancia ecológica para el Estrato Arbustivo

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	Dr	Fr	EVar	IIEarbu
Celastraceae	<i>Maytenus vitis ideae</i>	BM	1.3423	2.326	1.766	1.8113
Zigofilaceae	<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	4.5302	6.395	5.1656	5.3637
Simarubaceae	<i>Castela coccinea</i>	CA	2.0134	3.488	2.1634	2.5551
Euphorbiaceae	<i>Cnidocolus vitifolius var. Cnicodendron</i>	CN	0.5034	1.744	0.3974	0.8816
Zigofilaceae	<i>Porlieria microphylla</i>	CU	4.3624	4.070	5.0331	4.4884
Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	13.423	12.209	11.788	12.473
Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i>	FC	1.3423	2.326	1.6777	1.7819
Fabaceae	<i>Acacia praecox</i>	GN	20.302	11.047	23.929	18.426
Fabaceae	<i>Mimosa detinens</i>	GR	2.349	2.907	1.8985	2.3848
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	6.0403	6.977	5.6512	6.2227
Polygonaceae	<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	16.611	12.791	12.627	14.009
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	MO	1.6779	1.163	1.5894	1.4767
Asteraceae	<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	4.8658	4.070	4.1501	4.3619
Euphorbiaceae	<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	0.6711	2.326	0.7064	1.2344
Capparaceae	<i>Capparis speciosa</i>	SL	1.1745	2.907	1.0155	1.699
Capparaceae	<i>Capparis twediana</i>	SM	6.3758	8.721	6.8874	7.3281
Capparaceae	<i>Capparis retusa</i>	SP	9.396	9.302	10.905	9.8678

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	Dr	Fr	EVr	IIEarbu
Capparaceae	<i>Capparis salicifolia</i>	SS	0.1678	0.581	0.2208	0.3233
Celtidaceae	<i>Celtis pallida</i>	TALI	2.1812	2.907	1.7219	2.27
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	TU	0.3356	1.163	0.4415	0.6466
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	XI	0.3356	0.581	0.2649	0.394

Según este índice *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora*, *Capparis retusa* y *Capparis twediana* son las especies con mayor importancia ecológica dentro del estrato arbustivo (Figura 48).

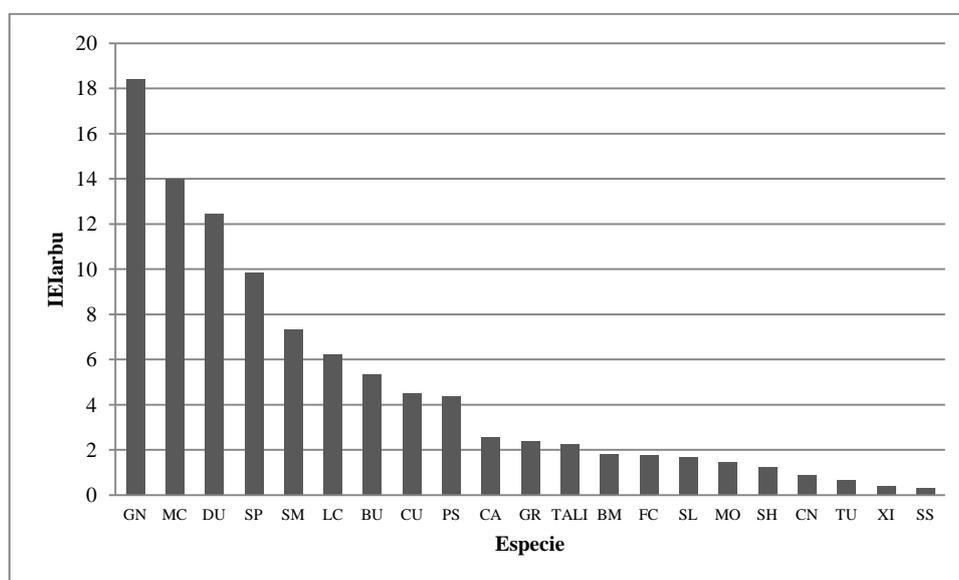


Figura 48. Índice de valor de importancia ecológica para el estrato arbustivo

4.2.6. Estructura del estrato leñoso

Se realizó un análisis integral de ambos estratos, arbóreo y arbustivo, considerando su estructura horizontal y vertical.

4.2.6.1. Estructura horizontal leñosa

Los resultados de los parámetros del análisis de la estructura horizontal del estrato leñoso, que agrupa las especies arbóreas y arbustivas, se muestran en la Tabla 28:

Tabla 28. Frecuencia absoluta (Fa), frecuencia relativa (Fr), densidad absoluta (Da) y densidad relativa (Dr) del estrato leñoso

FAMILIA	ESPECIE	COD SP	Fa	Fr	Da	Dr
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	AB	0.250	1.571	5.63	0.17
Celastraceae	<i>Maytenus vitis ideae</i>	BM	0.250	1.571	41.67	1.28
Fabaceae	<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0.083	0.524	0.63	0.02
Zigofilaceae	<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	0.667	4.188	140.63	4.33
Simarubaceae	<i>Castela coccinea</i>	CA	0.250	1.571	62.50	1.92
	<i>Cnidoscopus vitifolius var.</i>					
Euphorbiaceae	<i>Cnicodendron</i>	CN	0.250	1.571	15.63	0.48
Zigofilaceae	<i>Porlieria microphylla</i>	CU	0.417	2.618	135.42	4.17
Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	1.083	6.806	416.67	12.82
Fabaceae	<i>Sesbania virgata</i>	FC	0.167	1.047	41.67	1.28
Fabaceae	<i>Acacia praecox</i>	GN	1.000	6.283	630.21	19.40
Fabaceae	<i>Mimosa detinens</i>	GR	0.417	2.618	72.92	2.24
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	0.500	3.141	9.38	0.29
Fabaceae	<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	1.167	7.330	26.25	0.81
Bignoniaceae	<i>Tabebuia nodosa</i>	H	0.167	1.047	1.25	0.04
Anacardiaceae	<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	0.750	4.712	30.63	0.94
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	0.667	4.188	187.50	5.77
Rhamnaceae	<i>Ziziphus mistol</i>	M	0.750	4.712	13.75	0.42
Polygonaceae	<i>Ruprechtia apétala</i>	MC	1.083	6.806	515.63	15.87
Anacardiaceae	<i>Schinus molle</i>	MO	0.083	0.524	52.08	1.60
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	0.417	2.618	16.88	0.52
Bombacaceae	<i>Ceiba insignis</i>	PB	0.500	3.141	4.38	0.13
Asteraceae	<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	0.333	2.094	151.04	4.65
Apocynaceae	<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	QB	0.667	4.188	16.88	0.52
Anacardiaceae	<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	0.500	3.141	10.63	0.33
Fabaceae	<i>Prosopis torcuata</i>	QE	0.083	0.524	1.88	0.06
Euphorbiaceae	<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	0.333	2.094	20.83	0.64
Capparaceae	<i>Capparis speciosa</i>	SL	0.417	2.618	36.46	1.12
Capparaceae	<i>Capparis twediana</i>	SM	0.833	5.236	197.92	6.09
Capparaceae	<i>Capparis retusa</i>	SP	0.917	5.759	291.67	8.98
Capparaceae	<i>Capparis salicifolia</i>	SS	0.083	0.524	5.21	0.16
Celtidaceae	<i>Celtis pallida</i>	TALI	0.333	2.094	67.71	2.08
Fabaceae	<i>Prosopis elata</i>	TAQ	0.083	0.524	1.25	0.04
Fabaceae	<i>Acacia aroma</i>	TU	0.083	0.524	10.42	0.32
Fabaceae	<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	0.250	1.571	5.63	0.17
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	XI	0.083	0.524	10.42	0.32

Las especies con mayor densidad son las arbustivas, sin embargo *Caesalpinia paraguarensis* es la más frecuente seguida por *Ruprechtia triflora*. (Tabla 28 y Figura 49).

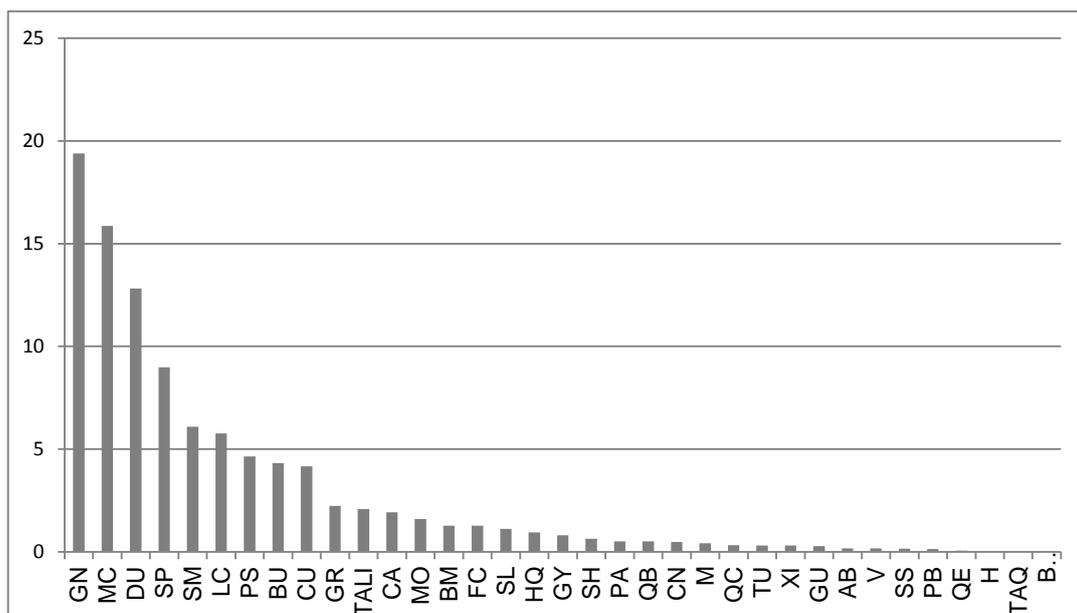


Figura 49. Densidad relativa de las especies leñosas.

4.2.6.2. Estructura vertical leñosa

En base a las alturas totales se forman clases para delimitar los Niveles de alturas absolutas y Niveles de alturas relativos (Tabla 29).

Tabla 29. Niveles de alturas absolutas (NAa) y Niveles de alturas relativas (NAr) de las especies leñosas en conjunto.

ESPECIE	COD SP	Estrato inferior		Estrato medio		Estrato superior		NAa	NAr	Nº indiv/ha
		I	Vfi	II	VFm	III	VF _s			
		<i>Prosopis alba</i>	AB	0	4	0	4			
<i>Maytenus vitis ideae</i>	BM	42	4	0	4	0	1	167	1.43	42
<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0	4	0	4	1	1	1	0.01	1
<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	89	4	52	4	0	1	563	4.84	141
<i>Castela coccinea</i>	CA	36	4	26	4	0	1	250	2.15	63
<i>Cnidoscolus vitifolius var. cnicodendron</i>	CN	5	4	0	4	10	1	31	0.27	16
<i>Porlieria microphylla</i>	CU	83	4	52	4	0	1	542	4.66	135
<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	120	4	182	4	115	1	1323	11.39	417
<i>Sesbania virgata</i>	FC	36	4	5	4	0	1	167	1.43	42
<i>Acacia praecox</i>	GN	479	4	135	4	16	1	2474	21.30	630
<i>Mimosa detinens</i>	GR	0	4	73	4	0	1	292	2.51	73
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	0	4	0	4	9	1	9	0.08	9
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	0	4	1	4	26	1	28	0.24	26
<i>Tabebuia nodosa</i>	H	0	4	0	4	1	1	1	0.01	1

<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	0	4	0	4	32	1	32	0.27	32
<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	63	4	115	4	10	1	719	6.19	188
<i>Ziziphus mistol</i>	M	0	4	1	4	13	1	16	0.13	14
<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	89	4	302	4	125	1	1688	14.53	516
<i>Schinus molle</i>	MO	21	4	31	4	0	1	208	1.79	52
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	0	4	0	4	17	1	17	0.15	17
<i>Ceiba insignis</i>	PB	0	4	0	4	4	1	4	0.04	4
<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	31	4	115	4	5	1	589	5.07	151
<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	QB	0	4	0	4	17	1	17	0.15	17
<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	0	4	0	4	11	1	11	0.09	11
<i>Prosopis torcuata</i>	QE	0	4	2	4	0	1	8	0.06	2
<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	0	4	3	4	0	1	10	0.09	3
<i>Capparis speciosa</i>	SL	5	4	31	4	0	1	146	1.26	36
<i>Capparis twediana</i>	SM	99	4	99	4	0	1	792	6.81	198
<i>Capparis retusa</i>	SP	198	4	89	4	5	1	1151	9.91	292
<i>Capparis salicifolia</i>	SS	5	4	0	4	0	1	21	0.18	5
<i>Celtis pallida</i>	TALI	16	4	42	4	10	1	240	2.06	68
<i>Prosopis elata</i>	TAQ	0	4	0	4	10	1	10	0.09	10
<i>Acacia aroma</i>	TU	10	4	0	4	0	1	42	0.36	10
<i>Prosopis ruscifolia</i>	VI	0	4	0	4	6	1	6	0.05	6
<i>Ximenia americana</i>	XI	0	4	10	4	0	1	42	0.36	10

En el Tabla 29 el código las especies arbustivas se escriben con negrita y las arbóreas con negro.

Se define la relación de alturas totales para todos individuos de ambos estratos. Ajusta a una regresión exponencial con $R^2=0.99$ (Figura 50).

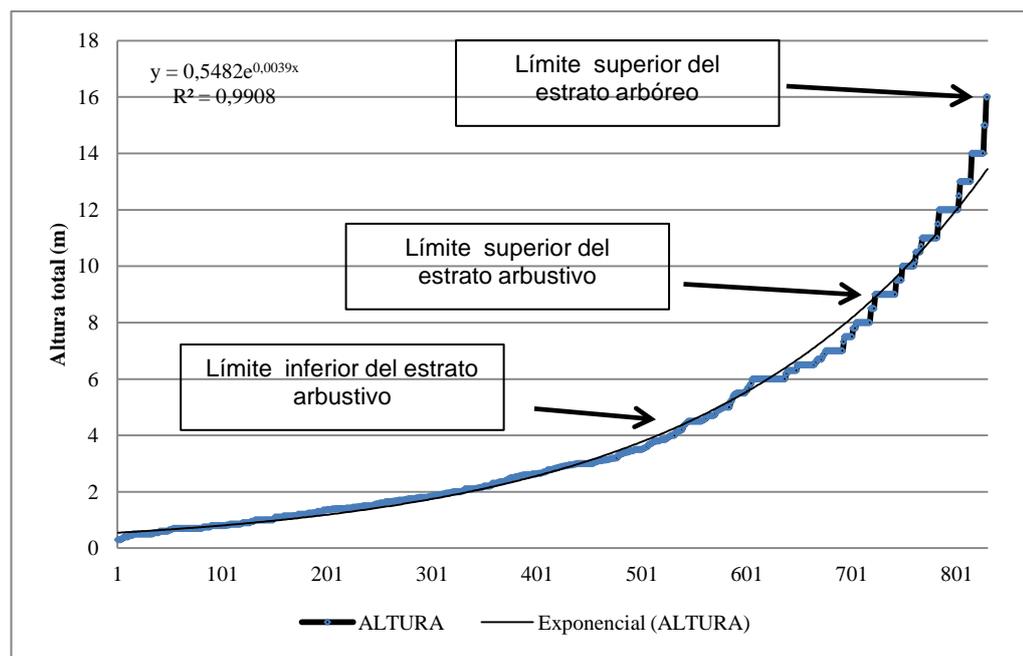


Figura 50. Alturas totales de las especies leñosas.

4.2.6.3. Índice de valor de importancia leñoso

El Índice de Valor de Importancia leñoso se obtiene mediante la sumatoria de los valores de estructura horizontal (densidad y frecuencia) y la estructura vertical de ambos estratos (Tabla 30).

Tabla 30. Índice de valor de importancia leñoso (IVIL)

ESPECIE	COD SP	Fr	Dr	VC	NIV DE ALTURAS	IVII	IVIL%
<i>Acacia praecox</i>	GN	6.283	19.40	25.68	40.33	66.01	16.50
<i>Ruprechtia apetala</i>	MC	6.806	15.87	22.68	26.04	48.72	12.18
<i>Ruprechtia triflora</i>	DU	6.806	12.82	19.63	13.68	33.31	8.33
<i>Caesalpinia paraguarensis</i>	GY	7.330	0.81	8.14	20.52	28.66	7.16
<i>Schinopsis marginata</i>	HQ	4.712	0.94	5.65	18.38	24.03	6.01
<i>Capparis retusa</i>	SP	5.759	8.98	14.74	7.08	21.82	5.45
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	PA	2.618	0.52	3.14	12.74	15.88	3.97
<i>Ziziphus mistol</i>	M	4.712	0.42	5.14	10.15	15.28	3.82
<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	QB	4.188	0.52	4.71	10.15	14.85	3.71
<i>Capparis twediana</i>	SM	5.236	6.09	11.33	2.73	14.05	3.51
<i>Achatocarpus praecox</i>	LC	4.188	5.77	9.96	2.72	12.68	3.17
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	GU	3.141	0.29	3.43	7.55	10.98	2.75
<i>Bulnesia bonariensis</i>	BU	4.188	4.33	8.52	1.45	9.96	2.49

ESPECIE	COD SP	Fr	Dr	VC	NIV DE ALTURAS	IVII	IVIL%
<i>Schinopsis lorentzii</i>	QC	3.141	0.33	3.47	5.41	8.88	2.22
<i>Gochnatia palosanto</i>	PS	2.094	4.65	6.74	2.07	8.82	2.20
<i>Portiera microphylla</i>	CU	2.618	4.17	6.79	1.62	8.41	2.10
<i>Ceiba insignis</i>	PB	3.141	0.13	3.28	3.38	6.66	1.66
<i>Prosopis ruscifolia</i>	V	1.571	0.17	1.74	4.06	5.80	1.45
<i>Prosopis alba</i>	AB	1.571	0.17	1.74	3.83	5.58	1.39
<i>Mimosa detinens</i>	GR	2.618	2.24	4.86	0.49	5.36	1.34
<i>Celtis pallida</i>	TALI	2.094	2.08	4.18	0.45	4.63	1.16
<i>Capparis speciosa</i>	SL	2.618	1.12	3.74	0.12	3.86	0.97
<i>Castela coccinea</i>	CA	1.571	1.92	3.49	0.27	3.76	0.94
<i>Maytenus vitis ideae</i>	BM	1.571	1.28	2.85	0.24	3.10	0.77
<i>Jatropha hieronymi</i>	SH	2.094	0.64	2.74	0.06	2.79	0.70
<i>Sesbania virgata</i>	FC	1.047	1.28	2.33	0.31	2.64	0.66
<i>Schinus molle</i>	MO	0.524	1.60	2.13	0.24	2.36	0.59
<i>Prosopis torcuata</i>	QE	0.524	0.06	0.58	1.69	2.27	0.57
<i>Tabebuia nodosa</i>	H	1.047	0.04	1.09	1.13	2.21	0.55
<i>Cnidocolus vitifolius</i> var. <i>cnicodendron</i>	CN	1.571	0.48	2.05	0.02	2.07	0.52
<i>Prosopis elata</i>	TAQ	0.524	0.04	0.56	0.68	1.24	0.31
<i>Cercidium praecox</i>	BREA	0.524	0.02	0.54	0.34	0.88	0.22
<i>Acacia aroma</i>	TU	0.524	0.32	0.84	0.03	0.88	0.22
<i>Ximenia americana</i>	XI	0.524	0.32	0.84	0.02	0.86	0.22
<i>Capparis salicifolia</i>	SS	0.524	0.16	0.68	0.01	0.69	0.17

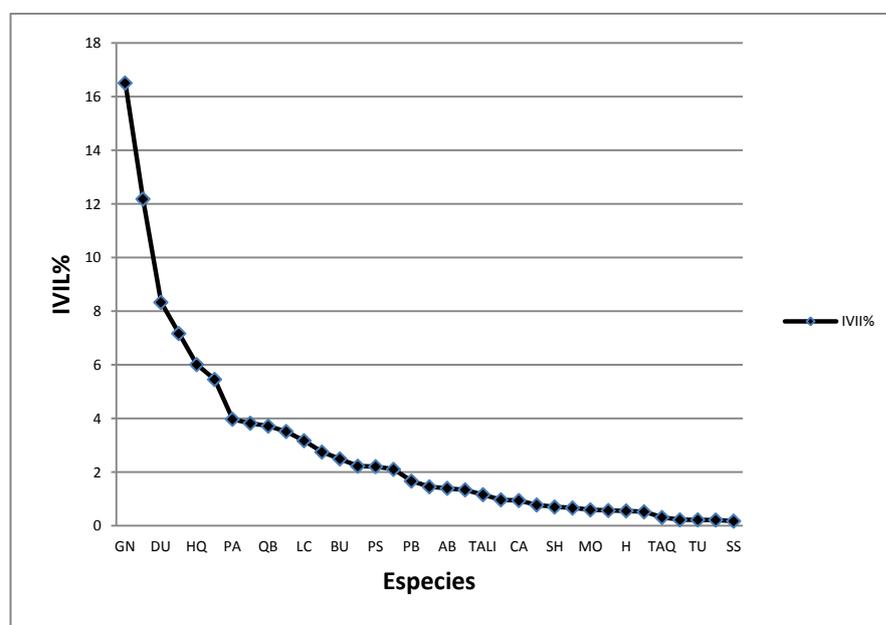


Figura 51. Índice de valor de importancia leñoso relativo (IVIL%).

En la Tabla 30 los marcadores en negrita pertenecen a especies arbustivas y los azules a especies arbóreas. El IVIL expresa la situación actual de la masa leñosa en equilibrio, con tres arbustivas dominantes y colonizadoras, y las arbóreas propias del Chaco serrano (Figura 51).

En la Tabla 31 se muestran los diferentes índices aplicados en los estratos de vegetación estudiados y la relación existente entre ellos.

Tabla 31. Resumen de los índices aplicados en la estructura de la vegetación leñosa

VEGETACIÓN	ESTRUCTURA HORIZONTAL	ESTRUCTURA VERTICAL	INDICES
ESTRATO ARBOREO		X	IVI
	X	X	IVIA
REGENERACION NATURAL	X	X	
ESTRATO ARBUSTIVO	X	X	IIEarbu
ESTRATO LEÑOSO (ARBOLES+ARBUSTOS)	X	X	IVIL

4.3. Evaluación de la biodiversidad

4.3.1. Curvas de acumulación de especies

A partir de la información obtenida se elaboraron curvas de especies-área para cada parcela tanto del estrato arbóreo (Figura52) como del estrato arbustivo (Figura53). Las cuales consistieron en graficar el número de especies vegetales encontradas para una superficie de muestreo determinada.

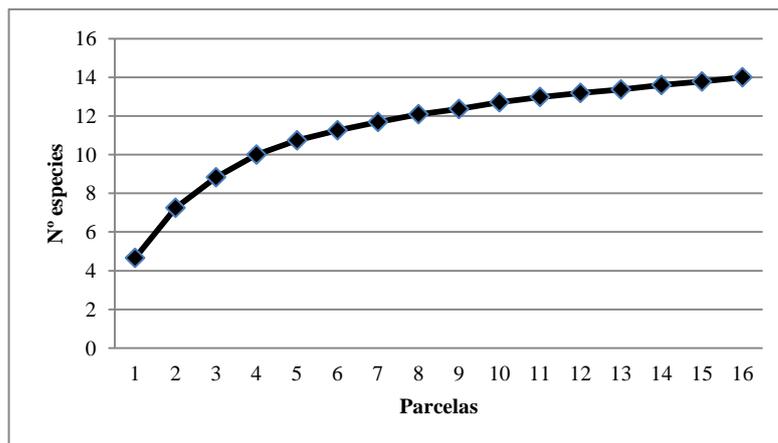


Figura 52. Curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo

La curva de acumulación de especies para el estrato arbóreo se estabiliza a partir de la parcela N° 12 lo cual indica que el tamaño de muestra es suficiente.

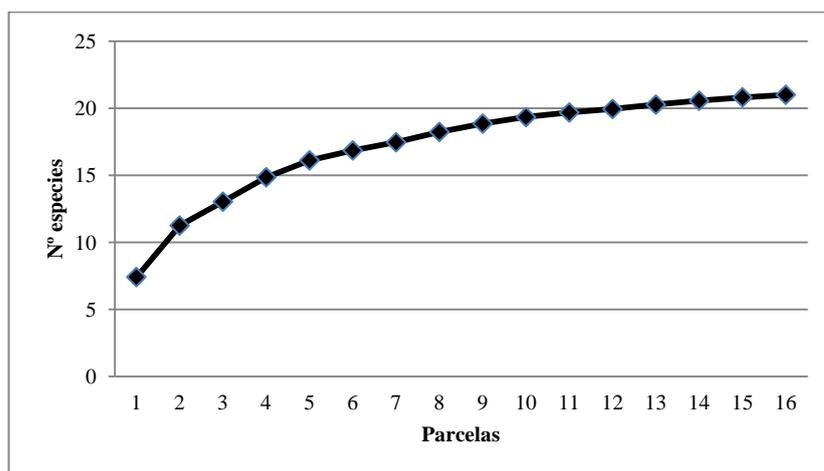


Figura 53. Curva de acumulación de especies para el estrato arbustivo

En el estrato arbustivo la curva de acumulación de especies se estabiliza a partir de las 10 parcelas por lo tanto se infiere que el número de parcelas de la muestra es suficiente (Figura53).

4.3.2. Diversidad alfa

4.3.2.1. *Diversidad alfa en el estrato arbóreo*

4.3.2.1.1. *Índices de abundancia proporcional*

En el Tabla 32 se resumen los índices de riqueza específica y de abundancia proporcional para el estrato arbóreo expresados en área basal y en número de individuos.

Tabla 32. Índices de diversidad alfa del estrato arbóreo a partir del área basal (m^2/ha) y del número de individuos por especie (n° indiv/sp)

Índice	Área basal (m^2/ha)	Nº indiv
Taxa_S	14	14
Individuals	7.867	146
Dominance_D	0.154	0.127
Simpson_1-D	0.846	0.873
Shannon_H	2.098	2.251
Margalef	6.303	2.609
Equitability_J	0.795	0.8528
Berger-Parker	0.247	0.2123

El índice de la inversa de la dominancia de Simpson (Simpson 1-D) se mantiene cercano a 1 lo que indica que no existe marcada dominancia de las especies, al igual que la Equitatividad.

Tabla 33. Índices de diversidad alfa a partir del área basal (m^2/ha) y del número de individuos por especie (n° indiv/sp), por piso de altitud (P)

Índice	Área basal (m^2/ha)		Nº indiv/sp	
	P1	P2	P1	P2
Taxa_S	13	12	13	12
Individuals	3.87787	3.98867	111	121
Dominance_D	0.1826	0.1454	0.1317	0.1461
Simpson_1-D	0.8174	0.8546	0.8683	0.8539
Shannon_H	1.968	2.085	2.247	2.069
Margalef	8.854	7.951	2.548	2.294
Equitability_J	0.7672	0.8389	0.8759	0.8327
Berger-Parker	0.2423	0.2514	0.2252	0.1983

El índice de Shannon es mayor en P1, que es el piso de altitud más bajo, mientras que cuando se analiza con el área basal el P1 tiene un valor menor que en el P2. Lo mismo sucede con los valores de la inversa de Simpson, Equitatividad y Berger-Parker (Tabla 33).

Tabla 34. Índices de diversidad alfa a partir del área basal (m²/ha) y del número de individuos por especie (nº indiv/sp), por transecta (T)

Índice	Área basal (m ² /ha)				Nº indiv/sp			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Taxa_S	9	10	8	9	9	10	8	9
Individuals	1.0984	2.1193	2.4221	2.226	48	64	73	47
Dominance_D	0.1723	0.2241	0.1991	0.2457	0.1623	0.1426	0.2197	0.2014
Shannon_H	1.918	1.779	1.779	1.643	1.949	2.076	1.698	1.824
Simpson_1-D	0.8277	0.7759	0.8009	0.7543	0.8377	0.8574	0.7803	0.7986
Margalef	85.2	11.98	7.913	9.994	2.067	2.164	1.632	2.078
Equitability_J	0.8731	0.7727	0.8556	0.7479	0.887	0.9015	0.8164	0.83
Berger-Parker	0.2853	0.3418	0.3168	0.3978	0.25	0.1875	0.2877	0.3191

Cuando se analiza el índice de Shannon calculado a partir del área basal, disminuye desde la transecta T1 ubicada el sector más al sur del Cerro El Remate hacia la T4, ubicada en el sector más al norte, sin embargo la inversa de Simpson, la Equitatividad y Berger-Parker no siguen esa tendencia (Tabla 34).

Cuando se analiza el número de individuos por especie el índice de Shannon es mayor en la T2 al igual que la inversa de Simpson y la Equitatividad (Tabla 38).

Se realiza un análisis de regresión lineal para los valores de Shannon calculado con el número de individuos y con el área basal (Figura54) obteniéndose un buen ajuste con $R^2=0.73$.

La ecuación resultante es la siguiente: $y= 0.98x-0.16$

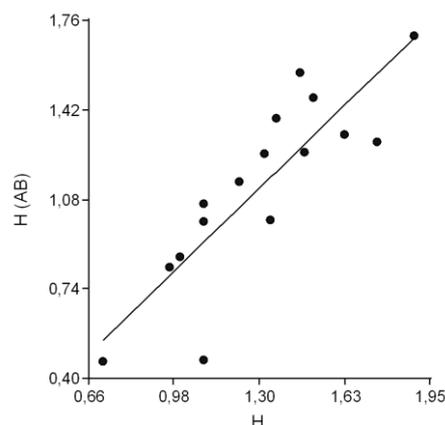


Figura 54. Regresión lineal entre Shannon H' (nº de individuos) y Shannon H' (AB) (área basal)

Se realiza el Test de t para la diversidad de Shannon considerando los datos de individuos por especie, en sentido altitudinal y en latitudinal. Con test de t, se comparan las medias y las desviaciones estándar de grupos de datos y se determina si entre estos parámetros las diferencias son estadísticamente significativas o si sólo son diferencias aleatorias.

El valor de $p > 0.05$ por lo tanto se rechaza la hipótesis nula que considera que hay igualdad entre pisos de altitud; y se considera que hay diferencia significativa para el valor de Shannon. Igual análisis se aplica por transectas.

Tabla 35. Test de t para la diversidad de Shannon (con nº de individuos por especie) por pisos de altitud (P1 y P2) y por transectas (T1, T2, T3 Y T4)

		t	df	p	Significancia
P1	P2	1.725	226.12	0.085899	ns
T1	T2	-1.1212	101.7	0.26484	ns
T2	T3	2.9604	136.77	0.0036234	*
T3	T4	-0.59134	94.55	0.5557	ns
T1	T4	0.82647	89.902	0.41073	ns

Los valores de Shannon del estrato arbóreo no presentan diferencias significativas entre pisos de altitud; pero si se detectan diferencias significativas entre las transectas T2 y T3 (Tabla 35).

4.3.2.1.2. *Índices no paramétricos*

En el Tabla 36 se muestran los valores de los tres índices aplicados en el análisis por altitud y latitud, es decir por pisos y por transectas respectivamente.

Tabla 36. Índices no paramétricos por transectas y pisos de altitud

Índice	Valor por Transectas	Valor por Pisos
Chao 2	14,5417	14,2604
Jacknife 1	16,25	15,5
Jack nife 2	16,0833	15,5

En ambos casos se observa que el número de especies esperado es de 14 para Chao, lo cual coincide con las especies observadas, y 16 para Jacknife 1 y 2.

4.3.2.1.3. *Modelos de abundancia para el estrato arbóreo*

La H_0 es que los datos se ajustan al modelo que se prueba y la H_1 es que los datos no se ajustan al modelo que se prueba. Entonces si $p > 0.05$ indica que hay una alta probabilidad de que los datos se ajusten al modelo y por el contrario si $p < 0.05$ indica que la probabilidad es baja.

Tabla 37. Modelos de abundancia para el estrato arbóreo

Modelo de Abundancia	p (0,05)	chi ²	k	alpha	x	Media	Var	Significancia
Serie geométrica	0.4486	9.908	0.2502					Ajustan
Serie logarítmica	0.0000065	51.16		3.275	0.9861			no ajustan
Vara quebrada (Broken stick)	0.9682	4.668						Ajustan
Serie normal logarítmica	0.2588	2.703				0.9685	0.3065	Ajustan

Existe probabilidad que los datos ajusten a los modelos de Serie normal logarítmica, Serie geométrica y Vara quebrada (*broken stick*), pero es mayor la probabilidad en este último (Tabla 37 y Figura 55).

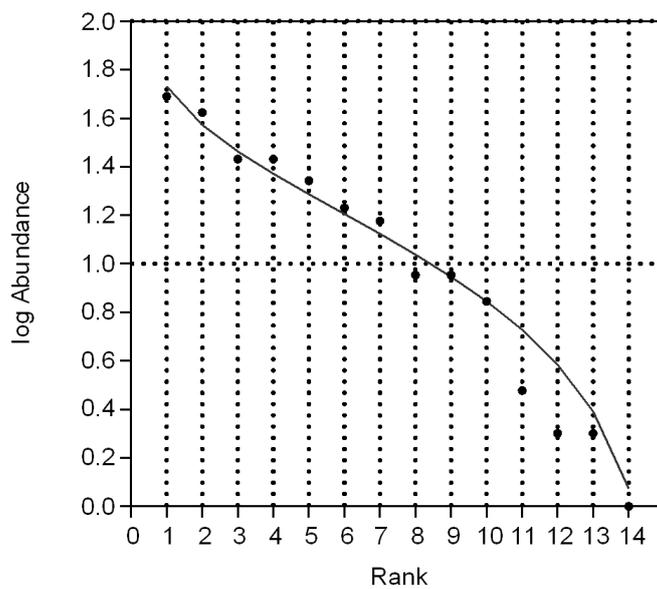


Figura 55. Modelo de abundancia Vara quebrada (*broken stick*) al cual ajusta el estrato arbóreo

4.3.2.1.4. Análisis multivariado

Analizado la matriz de abundancia de las especies en el área de estudio, el análisis multivariado de agrupamiento o análisis cluster se indica en Figura 56.

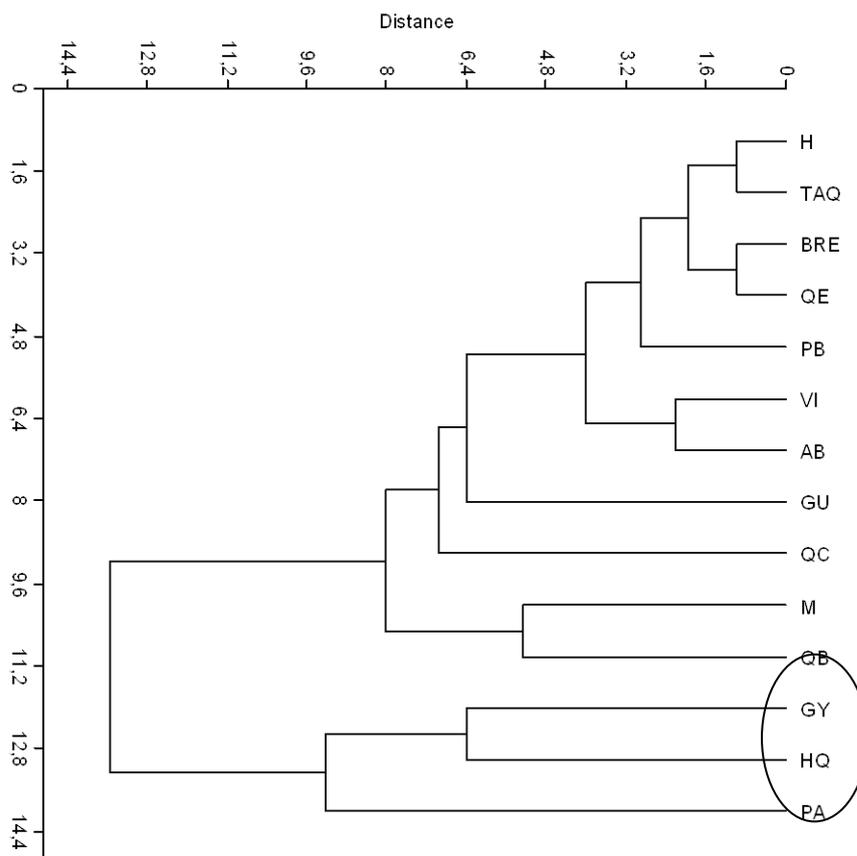


Figura 56. Análisis cluster de las especies del estrato arbóreo

En el Grupo 1 se encuentran las especies típicas del Chaco Serrano, y en el Grupo 2 se ubican especies del Chaco Húmedo.

4.3.2.2. *Diversidad alfa de la regeneración de especies arbóreas*

Se aplican los mismos índices que en la masa adulta por pisos de altitud y por transectas.

Tabla 38. Índices de diversidad alfa de la regeneración natural de especies arbóreas

Índice	Piso de altitud		Transecta			
	P1	P2	T1	T2	T3	T4
Taxa_S	14	10	11	7	9	6
Individuals	131	130	69	54	43	95
Dominance_D	0,1694	0,2269	0,1817	0,2394	0,3272	0,3017
Shannon_H	2,115	1,695	1,981	1,653	1,55	1,397
Simpson_1-D	0,8306	0,7731	0,8183	0,7606	0,6728	0,6983
Margalef	2,667	1,849	2,362	1,504	2,127	1,098
Equitability_J	0,8013	0,7361	0,8262	0,8497	0,7055	0,7799
Berger-Parker	0,3206	0,3538	0,3333	0,4074	0,5349	0,4105

El valor del índice de Shannon y la inversa de la Dominancia es mayor en P1y en T1, mientras que la Equitatividad es mayor en P1y en T2. Berger-Parker es mayor en P2 y T3, con lo que se infiere que en ellos es donde aumenta la diversidad y disminuye la dominancia respecto a los demás (Tabla 38).

4.3.2.2.1. Modelos de abundancia para la regeneración natural de especies arbóreas

Se prueban idénticos modelos de abundancia que en el estrato arbóreo, o sea en la masa adulta.

Tabla 39. Modelos de abundancia para la regeneración natural de las especies arbóreas

Modelo de Abundancia	p (0,05)	chi ²	k	alpha	x	Media	Var	Significancia
Serie geométrica	0.000916	24.99	0.2426					no ajustan
Serie logarítmica	0.004699	17.11		3.16	0.988			no ajustan
Vara quebrada (Broken stick)	0.000109	38.98						no ajustan
Serie normal logarítmica	0.2733	2.594				0.9542	0.2901	Ajustan

Existe probabilidad que los datos ajusten al modelo Serie normal logarítmica. Los demás modelos tienen $p < 0.05$ (Tabla 39 y Figura 57).

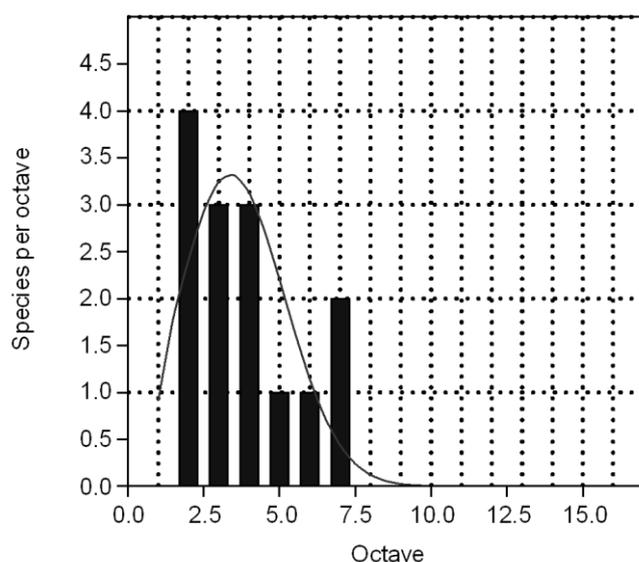


Figura 57. Modelo de abundancia Serie normal logarítmica para la regeneración natural de especies arbóreas

4.3.2.3. Diversidad alfa del estrato arbustivo

4.3.2.3.1. Índices de abundancia proporcional

Los índices de abundancia proporcional para los datos del estrato arbustivo se muestran en el tabla 40.

Tabla 40. Índices de diversidad alfa para el estrato arbustivo

Índice	Total
Taxa_S	21
Individuals	3106
Dominance_D	0.112
Simpson_1-D	0.888
Shannon_H	2.478
Margalef	2.487
Equitability_J	0.814
Berger-Parker	0.203

El valor de Equitatividad es cercano a 1 al igual que la inversa de Simpson que alcanza un valor de 0.89 (Tabla 40).

También se comparan los datos en sentido altitudinal y latitudinal, los resultados se resumen en la tabla 41.

Tabla 41. Índices de diversidad alfa para el estrato arbustivo, por piso de altitud (P1 Y P2) y por transectas (T1, T2, T3 Y T4)

Índices	Piso de altitud		Transecta			
	P1	P2	T1	T2	T3	T4
Taxa_S	19	19	15	13	12	16
Individuals	286	310	153	149	142	152
Dominance_D	0.1281	0.1138	0.09753	0.2352	0.1879	0.09046
Simpson_1-D	0.8719	0.8862	0.9025	0.7648	0.8121	0.9095
Shannon_H	2.363	2.407	2.456	1.83	1.896	2.52
Margalef	3.182	3.138	2.783	2.398	2.22	2.986
Equitability_J	0.8025	0.8174	0.9071	0.7135	0.7631	0.9089
Berger-Parker	0.2238	0.1839	0.1699	0.4161	0.2887	0.1316

En el estrato arbustivo el valor del índice de Shannon es mayor en el P2, igual que la equitatividad y la inversa de Simpson; en las transectas el índice de Shannon es mayor en la T1 y T4, al igual que la equitatividad y la inversa de Simpson (Tabla 41).

Se realiza el Test de t para los niveles de altitud a fin de comprobar si existe diferencia significativa para la diversidad de Shannon (Tabla 42).

Tabla 42. Test de t para la diversidad de Shannon por pisos de altitud y por transectas.

		t	df	p	Significancia
P1	P2	-0.62457	573.66	0.5325	ns
T1	T2	0.2062	241.15	2.35E-09	**
T2	T3	-0.59893	285.31	0.5497	ns
T3	T4	-6.9406	253.17	3.26E-11	**
T1	T4	-0.8486	304.94	0.39673	ns

Para los valores de Shannon del estrato arbustivo, existen diferencias significativas al nivel de 0.05 entre las transectas T1- T2 y entre T3-T4. Entre los dos pisos de altitud considerados no existen diferencias significativas.

4.3.2.3.2. Índices no paramétricos

En el Tabla 43 se muestran los resultados de los tres índices aplicados.

Tabla 43. Índices no paramétricos para las especies del estrato arbustivo.

Índice	Valor
Chao 2	21,898
Jacknife 1	24
Jacknife 2	24

El valor de Chao2 coincide con el número de especies observadas (Tabla 43).

4.3.2.3.3. Modelos de abundancia para el estrato arbustivo

Se prueban los mismos cuatro modelos que en el estrato arbóreo. Los resultados se muestran en la Tabla 44:

Tabla 44. Modelos de abundancia para el estrato arbustivo

Modelo de Abundancia	p (0,05)	chi ²	k	alpha	x	Media	Var	Significancia
Serie geométrica	0.9496	8.68	0.193					Ajustan
Serie logarítmica Vara quebrada (Broken stick)	0.00000002	74.86		4.23	0.98			no ajustan
Serie normal logarítmica	0.007795	34.06				1.12	0.365	no ajustan
	0.6089	1.828						Ajustan

Hay mayor probabilidad de ajuste para los modelos Serie geométrica y Serie normal logarítmica, para los datos del estrato arbustivo, aunque es mayor para el modelo de serie geométrica (Tabla 44 y Figura 58).

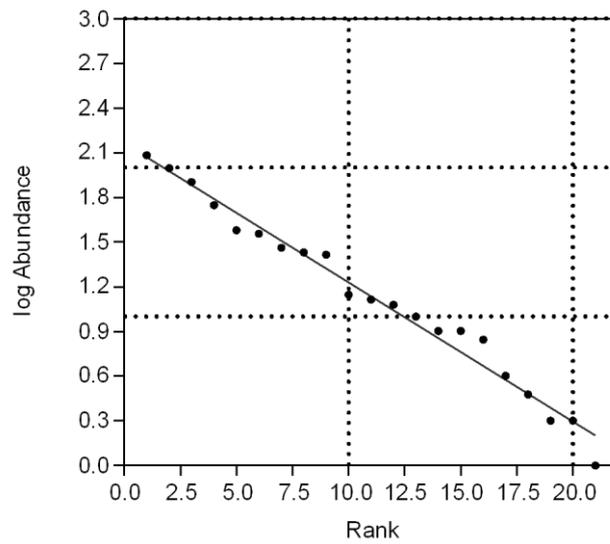


Figura 58. Modelo de Serie geométrica al cual ajusta el estrato arbustivo

4.3.2.3.4. Análisis Cluster de las especies del estrato arbustivo

Se realiza el análisis cluster en función de la abundancia de las especies del estrato arbustivo.

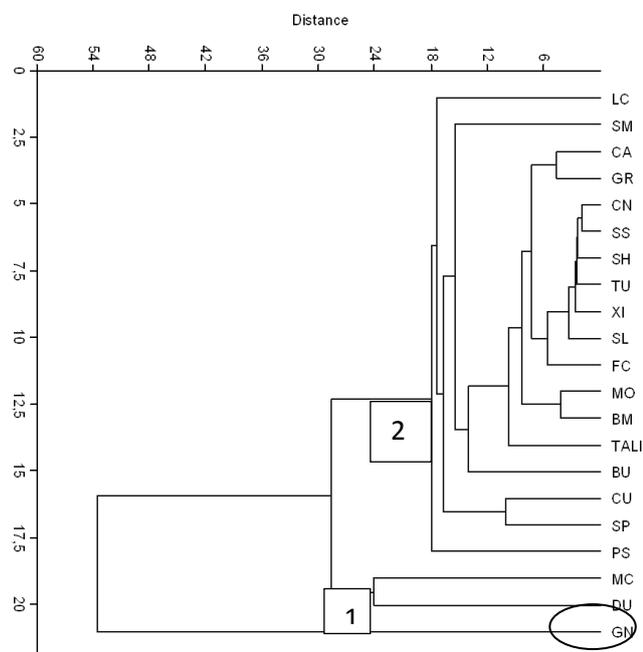


Figura 59. Análisis cluster de las especies del estrato arbustivo.

Ruprechtia apétala y *Ruprechtia laxiflora* forman el Grupo 1 en esta asociación y el 2 lo constituyen las especies típicas del Chaco Húmedo. *Gochnatia palo santo* es una especie mencionada en las Yungas (Figura 59).

4.3.2.4. Diversidad alfa en el estrato leñoso

4.3.2.4.1. Índices de abundancia proporcional

Se calculan los índices correspondientes al estrato leñoso el cual agrupa las especies arbóreas y arbustivas.

Tabla 45. Índices de diversidad alfa, para el estrato leñoso

Índice	Total
Taxa_S	35
Individuals	3252
Dominance_D	0.1024
Simpson_1-D	0.8976
Shannon_H	2.651
Margalef	4.204
Equitability_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 (Tabla 45).

Se aplica el test de t para este estrato a fin de comprobar si existen diferencias significativas altitudinal y latitudinalmente.

Tabla 46. Test de t para la diversidad de Shannon por pisos de altitud y por transectas.

	t	df	p	Significancia
P1 P2	-0.90916	3143.01	0.36334	ns
T1 T2	10.775	1393	4.66E-26	**
T2 T3	-1.0818	1576.4	0.27952	ns
T3 T4	-11.864	1437.9	4.85E-31	**
T1 T4	-1.3731	1647.8	0.16991	ns

No se detectan diferencias significativas entre niveles de altitud a nivel de 0.05, pero si la hay entre las transectas de los extremos y la zona media del área de estudio (Tabla 46).

4.3.2.4.2. Modelos de abundancia para el estrato leñoso

También en este caso se aplican los cuatro modelos de abundancia propuestos por Magurran (1998).

Tabla 47. Modelos de abundancia para el estrato leñoso

Modelo de Abundancia	p (0,05)	chi²	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, por lo tanto se infiere que es la que ajusta a los datos analizados (Tabla 47 y Figura 60)

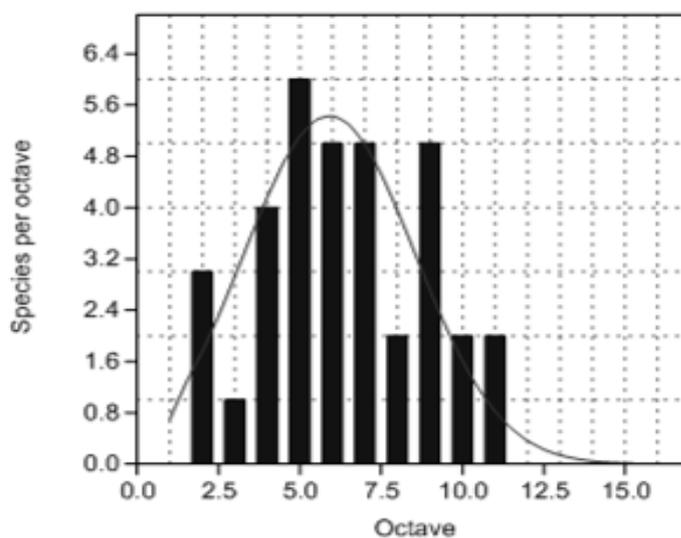


Figura 60. Modelo de abundancia Serie normal logarítmica, en el estrato leñoso.

4.4. Diversidad beta

4.4.1. Diversidad beta en el estrato arbóreo

Se realiza el análisis de similitud en base a índices cualitativos y cuantitativos, los cuales se muestran en la Tabla 48.

Tabla 48. Diversidad beta por pisos de altitud y por transectas para el estrato arbóreo

First Sample	Second Sample	Jaccard Classic	Sorensen Classic	Morisita-Horn	Bray-Curtis
P1	P2	0,786	0,88	0,828	0,707
T1	T2	0.583	0.737	0.563	0.478
T1	T3	0.417	0.588	0.296	0.264
T1	T4	0.5	0.667	0.448	0.4
T2	T3	0.8	0.889	0.814	0.681
T2	T4	0.462	0.632	0.671	0.536
T3	T4	0.545	0.706	0.646	0.483

Para los índices de similitud cuantitativos se observan valores menores al 50% en los pares T1-T3; T1-T4 y T3-T4. Para los índices cualitativos que basan su cálculo en presencia- ausencia de especies y los pares T1-T3 y T2-T4 tiene valores por debajo de 50% (Tabla 48).

Los valores de los índices aplicados son superiores a 70% en sentido altitudinal, por lo que se considera que es un mismo ambiente tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo (Tabla 48).

4.4.2. Diversidad beta en el estrato arbustivo

Idénticos índices se aplican en para las especies arbustivas para detectar similitudes tanto en sentido altitudinal como latitudinal.

Tabla 49. Diversidad beta por pisos de altitud (P1 y P2) y por transectas (T1, T2, T3 Y T4) para el estrato arbustivo

First Sample	Second Sample	Jaccard Classic	Sorensen Classic	Morisita-Horn	Bray-Curtis
P1	P2	0.81	0.895	0.857	0.695
T1	T2	0.75	0.857	0.581	0.563
T1	T3	0.5	0.667	0.568	0.434
T1	T4	0.55	0.71	0.78	0.662
T2	T3	0.667	0.8	0.715	0.564
T2	T4	0.45	0.621	0.604	0.478
T3	T4	0.474	0.643	0.7	0.565

Los valores están por encima de 80% para los índices cualitativos de similitud, por lo tanto se considera que se trata de un mismo ambiente.

Los índices cuantitativos de similitud son mayores a 60% y se concluye que considerando la abundancia de individuos por especies, los pisos de altitud son un mismo ambiente.

Los resultados de los índices de similitud cualitativos por transectas difieren en su resultado. Para T3 y T4 Jaccard da un valor por debajo del 50% y Sorensen por arriba del 60%, lo mismo sucede con T2 y T4 (Tabla 49, Figuras 61 y 62)

En cuanto a los resultados de los índices de similitud cuantitativos se observa que para Morisita Horn T1 y T3 se pueden considerar un mismo ambiente pero para Bray Curtis el valor está por debajo del 50%. Algo similar sucede con T2 y T4, donde Sorensen está por arriba del 60% y Bray Curtis por debajo del 50%. En general los valores del índice de Sorensen son mayores que los del índice de Bray Curtis (Tabla 49).

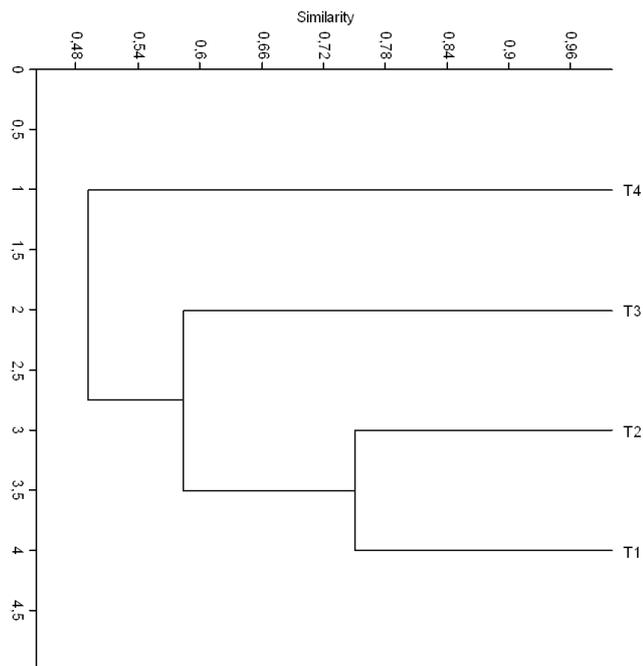


Figura 61. Análisis de similitud (cualitativo) Jaccard entre transectas para el estrato arbustivo.

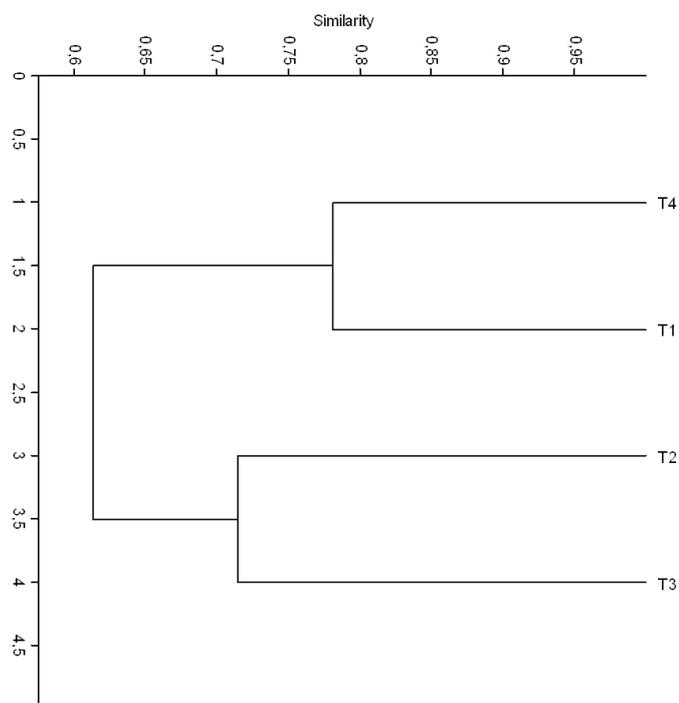


Figura 62. Análisis de similitud (cuantitativo) Morisita entre transectas para el estrato arbustivo.

El análisis de similitud cuantitativo, el cual tiene en cuenta la abundancia de especies, agrupa por un lado a las transectas de la zona media del área de estudio y por otro a las transectas de los extremos (Figura62) lo cual coincide con los valores del Cuadro 54.

4.4.3. Diversidad beta en el estrato leñoso

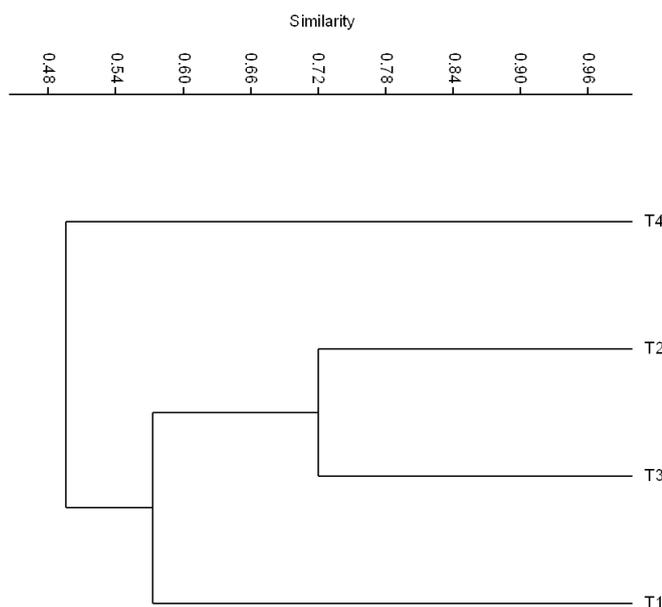
Se determina el ensamblaje de especies entre niveles de altitud y en sentido latitudinal. Los resultados se muestran en la Tabla 50.

Tabla 50. Diversidad beta para el estrato leñoso

First Sample	Second Sample	Jaccard Classic	Sorensen Classic	Morisita-Horn	Bray-Curtis
P1	P2	0.8	0.889	0.852	0.698
T1	T2	0.679	0.809	0.596	0.541
T1	T3	0.467	0.636	0.524	0.385
T1	T4	0.531	0.694	0.728	0.6
T2	T3	0.72	0.837	0.721	0.598
T2	T4	0.455	0.625	0.631	0.49
T3	T4	0.5	0.667	0.701	0.541

Altitudinalmente los valores se mantienen por arriba del 60%. Entre T2-T4 y T1-T3 hay valores por debajo del 50% (Tabla 50).

Se realiza un análisis Cluster por transectas, en base a la similitud cualitativa de Jaccard, para el estrato leñoso. El resultado se muestra en la Figura 63:

**Figura 63.** Análisis Cluster de Jaccard para el estrato leñoso

Se agrupan T2 y T3, mientras que en una mayor distancia se encuentra T1 y más lejos T4 (Figura 63).

En base a estos resultados se infiere que en sentido altitudinal existe un bajo recambio de especies tanto para el estrato arbóreo como el arbustivo y también para el estrato leñoso, mientras que en sentido latitudinal se detectan valores más altos y se pueden distinguir dos conjuntos de bosques, uno en la parte central y otro en los extremos del área de estudio.

4.5. Diagnóstico del área de estudio

En base a los resultados obtenidos se realiza una compilación a fin de dar un diagnóstico más claro de la situación en que se encuentra su vegetación desde el punto de vista de su biodiversidad y más concretamente de su composición y estructura. Este diagnóstico servirá de base para la elaboración futura de estrategias de conservación del área o de restauración si eso fuese necesario.

El Cerro El 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; casi 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*, *Caesalpinia paraguarensis*, *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*, *Caesalpinia paraguarensis* y *Ceiba insignis*. 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 *Caesalpinia paraguarensis*, el cual puede llegar a 55% del total de los individuos.

Es un bosque alto cerrado con alturas totales hasta 16 m. y con el 52 % de cobertura arbórea. Más del 50% de este total está definido por *Schinopsis marginata* y *Caesalpinia paraguarensis*.

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

Caesalpinia paraguarensis 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 insignis*, 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 *Caesalpinia paraguarensis*, luego baja abruptamente al tercer lugar donde se encuentra *Ceiba insignis*, *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Phyllostylon rhamnoides*.

El 78.5 % de las especies arbóreas poseen distribución espacial agrupada y el 80 % de las arbustivas presenta distribución con tendencia al agrupamiento, lo que indica que existe interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio.

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 *Caesalpinia paraguarensis* 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 El Remate es de 2.65, para el estrato arbóreo es de 2.25 y para el arbustivo alcanza 2.48. En ningún caso presenta diferencias significativas entre pisos de altitud; pero si existen entre las transectas, es decir en sentido latitudinal.

El análisis de diversidad beta muestra que los dos niveles de altitud estudiados se pueden considerar un mismo ambiente ya que los valores son cercanos al 80% con los índices cualitativos y cuantitativos. En sentido latitudinal se presentan valores próximos al 50% en la mayoría de los pares de transectas.

Los datos del estrato arbóreo ajustan mejor 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 El 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 nº 6841/06, pertenece a la Categoría I (color rojo) según el plan de ordenamiento territorial, y declarada Reserva provincial según Ley provincial nº 6321.

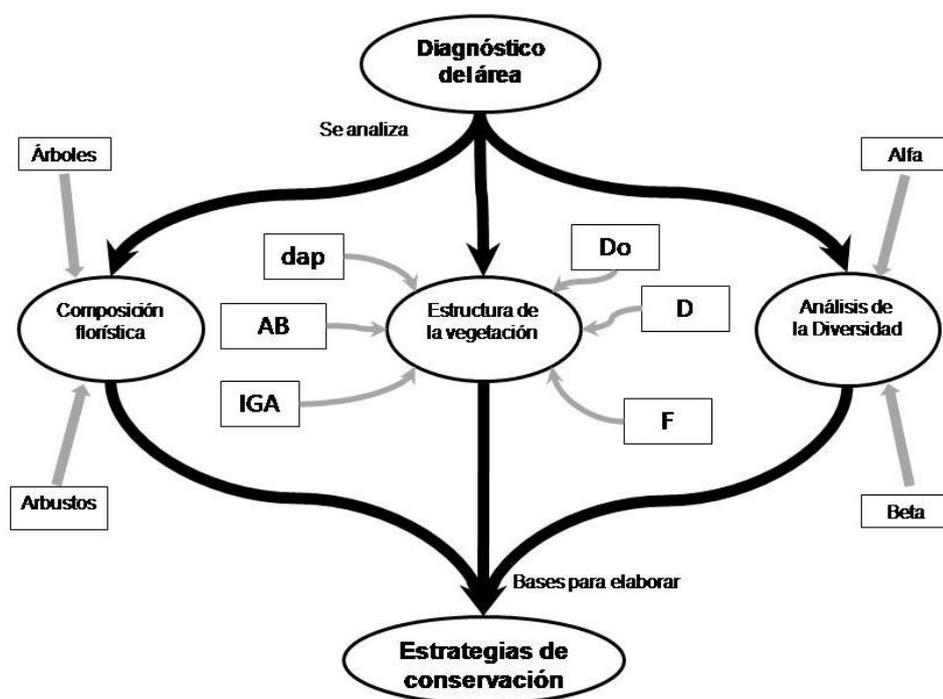


Figura 64. Herramientas que intervienen en la elaboración de estrategias de conservación

5. DISCUSIÓN

Cabrera (1971) afirma que la comunidad clímax del Chaco Serrano son los bosques de *Schinopsis marginata*, el cual está acompañado por *Lithraea ternifolia*, *Fagara coco*, *Acacia visco*, *Acacia caven*, *Prosopis torcuata*, *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Schinus areira*, *Jodina rhombifolia*, *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 el Cerro El Remate, no se localizaron la totalidad de las mencionadas por Cabrera (1971) como *Lithraea ternifolia*, *Fagara coco* y *Acacia visco*. Se observó la presencia de especies características de las Yungas, *Loxopterygium grisebachii* y *Phyllostylon rhamnoides*, ya mencionadas por Varela (2002). Este autor afirma que la presencia de taxones de linaje no chaqueño en el Cerro El Remate (*Loxopterygium grisebachii*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Cnidocolus vitifolius*) podrían indicar un vestigio de la faja continua de bosques estacionales sugerida por Prado & Gibbs (1993), la que pudo haber alcanzado más amplia extensión durante el Pleistoceno.

Verzino *et al* (2005) en los resultados del estudio realizado en bosques del Chaco Serrano de la provincia de Córdoba registra 93 especies, pertenecientes a 31 familias taxonómicas, de las cuales 11 fueron arbóreas-subarbóreas, 24 arbustivas y las demás herbáceas. En un estudio realizado en el Cerro El Remate, Varela (2002) registró 27 especies agrupadas en 16 familias taxonómicas donde incluye la familia Cactaceae con 2 especies. En el presente estudio se encontraron 14 especies arbóreas y 21 arbustivas distribuidas en 23 familias taxonómicas, aunque las cactáceas no se incluyen en el presente estudio es válido mencionar que se localizaron 10 especies pertenecientes a esta familia taxonómica.

Existe un importante porcentaje de especies leñosas, aproximadamente el 24%, que se mencionan con diferentes hábitos de vida dependiendo del criterio del autor. Es el caso por ejemplo de *Achatocarpus praecox* descrito como arbusto por Roic y Villaverde (2007) y por Zuloaga y Morrone (2008), mientras que Peña y Demaio lo describen como arbolito o árbol pequeño. Otro caso es *Acacia praecox* mencionada como árbol por Zuloaga y Morrone (2008) y como arbusto o arbolito por Digilio y Legname (1966).

Giorgis *et al.* (2005) afirma que en el Chaco Serrano en la provincia de Córdoba la familia Fabaceae está entre las tres más representadas. Y también se menciona esta familia como la más representada de la toda Ecorregión del Chaco (Giménez *et al.*, 2008). Pineda- García *et al.* (2007) mencionan que esta familia taxonómica es la más rica en especies en localidades paleotropicales. El género *Prosopis* es mencionado como el género más representado en la Ecorregión del Chaco (Giménez *et al.*, 2011, Hernández *et al.*, 2008). En el área de estudio los resultados son coincidentes siendo la familia Fabaceae la más representada y dentro de ella el género *Prosopis* con 7 especies lo que significa el 11,11 % del total.

La composición, diversidad y estructura de la vegetación del Chaco Serrano fue muy estudiada en la provincia de Córdoba. Giorgis *et al.*, (2011); Verzino (2005), Prado (2004) ponen de manifiesto la importancia de la unidad fitogeográfica del Chaco Serrano para la conservación de la flora de esa provincia. En Santiago del Estero son escasos los estudios de vegetación realizados en el Chaco Serrano es por esto que se debe profundizar estudios como el presente

Cagnolo *et al.* (2006) afirman que se ha producido un empobrecimiento de las comunidades vegetales como consecuencia de la fragmentación del hábitat en el Chaco Serrano. En el Cerro El Remate se observa que la mayoría de las especies leñosas tienen escasa regeneración natural y en el análisis de la estructura vertical son pocas las especies que presentan una distribución regular, por lo que se considera que está comprometida su permanencia.

Desde el punto de vista forestal, la estructura horizontal de un bosque básicamente se comienza definiendo con la distribución diamétrica, asumiendo que existe una relación entre el tamaño de un árbol y su edad, la distribución de las clases diamétricas de una mancha de bosque refleja su estructura demográfica, y por lo tanto su historia reciente.

Ajilou *et al.* (2003) asevera que de esta forma cuando se encuentran huecos en los histogramas para ciertas clases de tamaño, se puede inferir que corresponden a determinadas épocas de crisis en la dinámica de la población forestal. Por ejemplo una escasez de regeneración para una especie arbórea se debe notar por la baja densidad de las clases diamétricas que representan a los árboles más pequeños (que suponemos más jóvenes). En el sitio de estudio esta situación se presenta en *Schinopsis lorentzii* y en *Ceiba insignis*. Por otro lado una tala excesiva continua o la muerte de los árboles viejos por alguna causa epidémica o climática, se debe poner de manifiesto por la falta de árboles en las clases de mayor diámetro, lo cual se observa en *Phyllostylon rhamnoides*. También afirma Ajilou *et al.* (2003) que se puede encontrar una densidad baja de árboles en clases diamétricas intermedias, en este caso se infiere que algún agente ha provocado una ausencia temporal de regeneración, situación que se observa en este estudio para *Caesalpinia paraguarensis*.

Humano *et al.* (2012), en su trabajo de un ecotono entre las Yungas y el Bosque Chaqueño Semiárido, destaca a *Caesalpinia paraguarensis* y *Schinopsis lorentzii* como las especies más abundantes. En el presente estudio de un fragmento del Chaco Serrano las especies arbóreas más abundantes son *Schinopsis marginata* y *Caesalpinia paraguarensis*.

De acuerdo a Magurran (1989) las especies que mejor aprovechan los recursos del hábitat son las abundantes y frecuentes, en el sitio que se analiza *Schinopsis marginata* tiene una marcada dominancia en área basal (m^2/ha) respecto a las demás especies y le sigue en jerarquía *Caesalpinia paraguarensis* y *Ceiba insignis*, los grandes diámetros de esta especie la ubican en tercer lugar, sin embargo no es abundante ni frecuente. *Phyllostylon rhamnoides* tiene alta frecuencia y se encuentra dentro de las 5 más abundantes

Brassiolo (2001) distingue tres tipos de bosques en el Chaco semiárido y denomina Bosque secundario aquellos en los que el número de árboles/ha es de 10 para *Schinopsis lorentzii* y 17 para *Aspidosperma quebracho-blanco*, requisito que se cumple en esta comunidad. Para este tipo de bosque el área basal debe ser de $2 m^2/ha$ para las dos especies mencionadas pero en el caso de el Cerro El Remate es $1,2 m^2/ha$ y sin el predominio de *Ziziphus mistol*, debido a la elevada diversidad de especies secundarias. Por lo tanto esta clasificación no es acabadamente aplicable por ser un bosque diferente

a los bosques típicos del Chaco Semiárido. De acuerdo a la clasificación de Morello (1974) las características pertenecen a un bosque alto cerrado, ya que el estrato arbóreo cubre más del 50% y su altura máxima es de 16 metros.

Araujo (2008) sostiene que la especie más importante de acuerdo con su distribución horizontal y vertical es *Aspidosperma quebracho-blanco* seguido del *Schinopsis lorentzii* que es favorecido por su regeneración, para un sitio localizado en el Chaco Semiárido. Varela (2002) en su trabajo en el Cerro El Remate encontró que la especie de mayor valor de importancia, en el mismo sitio, es *Ceiba insignis*, mientras que *Phyllostylon rhamnoides* y *Ruprechtia apétala* son las de mayor abundancia y frecuencia. Mientras que en el presente trabajo de este bosque serrano la especie con mayor índice de valor de importancia es *Schinopsis marginata* seguida por *Caesalpinia paraguarensis*, *Ceiba insignis* y *Aspidosperma quebracho-blanco*. En el área más austral del sitio se detectó una elevada densidad de *Ziziphus mistol*, ocupando además los primeros lugares del índice de valor de importancia, esto se puede interpretar que la T1 corresponde al pedemonte o una transición con el chaco semiárido.

Existe la necesidad de nuevos métodos (nuevas formas o nuevos índices) para evaluar y/o analizar la vegetación leñosa no sólo desde el punto de vista forestal sino también ecológico incluyendo los estratos bajos además del estrato arbóreo. Teniendo esto en cuenta se propone analizar la estructura horizontal y vertical del estrato arbustivo, en base a un Índice de Importancia ecológica arbustivo (**IIEarbu**) con el cual se puede determinar el orden de importancia ecológica de las especies que componen dicho estrato.

Acacia praecox alcanza el mayor **IIEarbu** en esta comunidad, y esta situación se menciona para otros sitios de la ecorregión del Chaco. Torrela (2011) señala que por sus elevadas densidades y frecuencias relativas, tres especies arbustivas presentaron los mayores valores de **IIEarbu** en la comunidad (*Achatocarpus praecox*, *Acacia praecox*, *Celtis pallida*).

El índice de valor de importancia leñoso (IVIL) propuesto en esta tesis, expresa el orden de importancia ecológica del estrato leñoso en general lo que se manifiesta con la participación en los primeros lugares a especies arbustivas; y se modifica el orden de importancia de algunas arbóreas. Los resultados muestran que *Acacia praecox* es la

especie más importante desde el punto de vista ecológico y le siguen en orden de jerarquía *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora*, *Caesalpinia paraguarensis* y *Schinopsis marginata*, todas estas especies son las típicas de la formación del bosque serrano. *Acacia praecox* es una especie colonizadora que merece atención pues ante un posible disturbio podría incrementar su densidad en detrimento de otras especies de interés.

Prado *et al.* (2004) afirman la necesidad de incrementar los conocimientos florísticos, de diversidad y dinámica de otras comunidades boscosas chaqueñas, ya que aún son fragmentarios y demasiado concentrados regionalmente. Al igual que muchos otros ecosistemas leñosos del país y del mundo, estos bosques desaparecen y el paisaje es transformado sin que se hayan publicado, en casos extremos, ni siquiera una mera lista florística de ciertas comunidades.

El 78.5 % de las especies arbóreas posee distribución agrupada o agregada, o tendencia a ella; Condes y Millán (1998) afirman que esta distribución implica que los individuos se agrupan en aglomerados o parches, dejando pociones del espacio relativamente desocupadas. Un patrón agregado indica la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio, o bien es consecuencia de la falta de homogeneidad del terreno.

El 80 % de las arbustivas presentan distribución con tendencia al agrupamiento y el resto distribución aleatoria; Condes y Millán (1998) aseveran que el patrón aleatorio implica la ausencia total de interacciones entre los individuos y con el medio. En el Cerro El Remate no se encontraron especies con distribución uniforme ni en el estrato arbóreo ni en el arbustivo, este patrón significa que las distancias entre individuos son aproximadamente las mismas dentro de la población.

De acuerdo a Leite-Queiroz (2008), el reducido número de clases de distribución en la proximidad de los valores numéricos que definen los índices de Mc Guinness (IGA) permiten que una misma especie presente diferentes tipos de distribución. Además dice que este índice resulta de una relación entre la densidad y la frecuencia, permite que especies con valores de densidad y porcentajes de frecuencia muy diferentes presenten patrones de distribución semejante. Esto explicaría los valores alcanzados por algunas especies como *Sideroxylon obtusifolium*, *Capparis speciosa* y *Castela coccinea*.

El 71% de las especies que conforman el estrato arbóreo presenta regeneración natural, además un 17% del total de regeneración natural no posee representantes en la masa adulta como es el caso de *Coccoloba cordata*. Hernández *et al.* (2008) menciona que es escasa la presencia de renovales de *Aspidosperma quebracho-blanco* y de *Schinopsis lorentzii* en un estudio realizado en el Chaco Semiárido. Moret *et al.* (2008) dice que la ausencia de individuos en algunas etapas podría ser una característica del ciclo reproductivo de las especies.

Ledo *et al.* (2012) afirma que los procesos ecológicos que intervienen en la persistencia de los bosques y en el mantenimiento de su diversidad son aún desconocidos. Mientras que Soutullo (2006) remarca que es necesario considerar el contexto espacial a la hora de “medir” la biodiversidad de un sitio ya que la característica inherente de la naturaleza es la heterogeneidad, y mantener esa heterogeneidad es precisamente un objetivo básico de las estrategias de conservación. Por lo tanto se consideró adecuado utilizar simultáneamente una serie de índices e indicadores que permitan evaluar integralmente la biodiversidad de un sitio y considerar su contribución a la biodiversidad regional.

La curva de acumulación de especies se comienza a mantener en forma asintótica a partir de 12 parcelas para el estrato arbóreo mientras que para el estrato arbustivo lo hace a partir de 13 parcelas. Estos resultados indican que el esfuerzo de muestreo resultó satisfactorio para describir la composición específica de esta comunidad (Torrela *et al.*, 2011, Moreno, 2001)

Giménez *et al.* (2011) obtienen un valor del índice de Shannon de 0.8 para el Cerro El Remate, y mencionan que *Sideroxylon obtusifolium* y *Ruprechtia apétala* son especies frecuentes en zonas serranas de la provincia de Santiago del Estero. Según los resultados obtenidos, el valor de Shannon es de 2,25 para el estrato arbóreo, 2.48 en el estrato arbustivo y 2.65 para el conjunto de ambos estratos. La diferencia de los valores entre ambos estudios hace referencia al esfuerzo de muestreo. Los valores obtenidos demuestran una alta diversidad teniendo en cuenta que Magurran (1988) menciona que en bosques tropicales Shannon puede llegar a un valor de 4. El test de t del índice de Shannon para el estrato arbóreo y arbustivo indica que no hay diferencias significativas en sentido altitudinal pero si se detectaron entre las transectas.

En cuanto a los valores de Equitatividad, Varela *et al.* (2002) obtienen entre 0.71 y 0.91 en todos los puntos muestreados, teniendo en cuenta que analiza todas las especies leñosas y crasas. Los resultados del presente estudio varían entre 0.74 y 0.91 lo cual es cercano a los valores mencionados, y revelan que las especies se distribuyen homogéneamente en relación a su abundancia, esto se refuerza con los ajustes a los modelos de abundancia.

El índice de Simpson (D) alcanza un valor máximo de 0.24 en el estrato arbóreo, y 0.23 en el estrato arbustivo, por lo que no hay tendencia a la dominancia de las especies y se considera una distribución homogénea, teniendo en cuenta lo mencionado por López *et al.* (2012) en su análisis del índice de Simpson (D).

Los modelos de abundancia son una base sólida para examinar la biodiversidad (Magurran, 1988, Márquez *et al.*, 1999). En los ecosistemas vegetales lo común es que haya pocas especies raras, pocas especies abundantes y muchas especies con una abundancia intermedia. Esta observación condujo al desarrollo de modelos de distribución de abundancia de especies (Magurran, 2004). En el bosque que se analiza el estrato arbóreo tiene alta probabilidad de ajustar al modelo vara quebrada (*broken stick*). Moreno (2001) afirma que dicho modelo es característico de comunidades, donde todas las especies reciben los recursos del ecosistema por igual y la competencia disminuye, debido a que todas colonizan equitativamente. Aguirre Calderón *et al.* (2008) afirman que este modelo se puede aplicar a un ecosistema con estadio sucesiones tardío.

En el estrato arbustivo presentan buen ajuste los valores proporcionados por el modelo serie geométrica, el cual se aplica a ambientes pobres en especies y frecuentemente con impactos severos, o en las etapas muy tempranas de una sucesión. (Whittaker, 1975; Magurran, 2004).

Cuando se analiza ambos estratos en conjunto 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 Linares y Fandiño Orozco (2009) afirman que la serie normal logarítmica sugiere que el bosque se encuentra efectivamente en buen estado.

De igual manera, Hill & 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. (Citado por Aguirre-Calderón *et al.*, 2008)

Se observa que, el modelo serie normal logarítmica, también se ajusta de manera casi igual, que el modelo vara quebrada (*broken-stick*), en cierta medida, que dos modelos se ajusten a un mismo ecosistema, es posible, en comunidades, donde se presentan procesos de perturbación y conservación, lo que se puede tomar, como una medida de recuperación del ecosistema, donde las especies dominantes, van disminuyendo a medida que aparecen las especies raras y se disminuye la competencia por espacio y nutrientes, interpretación biológica que se ajusta a los dos modelos (López *et al.*, 2012).

A partir de estos modelos, la propuesta de analizar la vegetación leñosa con la inclusión del estrato arbustivo permite un análisis integral del sistema y tener una perspectiva sólida para la gestión a futuro.

Chao *et al.* (2004) asevera que los índices de Jaccard y Sorensen de similitud son notoriamente sensibles al tamaño de muestra, especialmente aquellos ensamblajes con numerosas especies raras. Es por eso que se analizó también desde el punto de vista cuantitativo, y no hay diferencias marcadas en los resultados. Entre niveles altitudinales el valor de los índices de similitud supera el 75% tanto en el estrato arbóreo como en el arbustivo. Entre transectas hay un 45% de similitud en los pares T2-T4 y T3-T4, mientras que en los demás casos los valores son por encima de 50%. Flores *et al.* (2002) aseveran que estos valores permiten establecer que la vegetación del área presenta características transicionales (ecotono) en sentido latitudinal.

Moret *et al.* (2012) afirman que una población con abundancia relativamente alta, bien estructurada en términos de distribución espacial y diamétrica, en un lote boscoso protegido la hacen candidata para implementar estrategias de conservación y manejo que aseguren su viabilidad en el largo plazo.

El Chaco Serrano como unidad Fitogeográfica es importante para la conservación de la flora, según lo afirma Giorgis (2011). Varela *et al.* (2002) afirman que el aislamiento del Cerro El Remate, hoy acentuado por causas antrópicas (cultivos periféricos, redes camineras, pastoreo, extracción de leña) amenaza la perpetuidad de su flora, demandando esfuerzos en favor de su conservación.

6. CONCLUSIONES

El bosque serrano estudiado es una masa homogénea en referencia a su composición florística; irregular en cuanto a los parámetros dasométricas de área basal y distribución diamétrica.

En el gradiente altitudinal no presenta diferencias significativas en cuanto a la diversidad florística.

En el gradiente latitudinal hay diferencias significativas para la diversidad florística.

En ambos estratos, tanto arbóreo como arbustivo, predomina un patrón de distribución en agregados.

El bosque es alto cerrado, con más del 50% de cobertura arbórea y un dosel de 16 metros de altura.

Las especies arbóreas de mayor IVI y que definen la comunidad son: *Caesalpinia paraguarensis*, *Schinopsis marginata*, *Ceiba insignis*, *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Phyllostylon rhamnoides*, las que son especies dominantes del Chaco Serrano.

Lo anterior es reforzado por la interpretación del IVIA que expresa tal situación asegurando su permanencia futura ya que incluye la regeneración natural

El 70% de las leñosas corresponden al estrato arbustivo, el cual se encuentra en un estado sucesional temprano ya que ajusta al modelo de serie geométrica.

Las especies con mayor importancia ecológica dentro del estrato arbustivo según IVI: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora*, *Capparis retusa* y *Capparis twediana*.

IVIL es un índice integral que se propone para determinar la importancia ecológica de las leñosas (estrato arbóreo y arbustivo) en su conjunto

IVIL muestran que las especies de mayor importancia ecológica son: *Acacia praecox*, *Ruprechtia apétala*, *Ruprechtia triflora*, *Caesalpinia paraguarensis* y *Schinopsis marginata*.

Las especies leñosas en su conjunto ajustan al modelo serie normal logarítmica que caracteriza comunidades grandes, estables y en equilibrio, sugiere que el bosque se encuentra efectivamente en buen estado.

En términos de diversidad en sentido altitudinal se registra un grado de similitud del orden del 75 % al 90 % resultado de la presencia de elementos comunes, mientras que en sentido latitudinal son menores.

7. RECOMENDACIONES

El Chaco Serrano es un importante reservorio de diversidad por lo tanto es necesario seguir con líneas de investigación que profundicen el conocimiento de estos ambientes particulares en la región.

Es preciso ahondar el estudio y análisis de la diversidad teniendo en cuenta su composición, estructura y función que posibiliten elaborar planes de manejo basados en el nuevo paradigma de su conservación que integra el desarrollo y la producción.

Los resultados abren la posibilidad de realizar estudios sobre los productos forestales no madereros (PFNM) del área de estudios y su posible comercialización incluyendo a la comunidad de su área de influencia.

En base a las conclusiones sobre el estado de conservación de Cerro El Remate es posible generar estrategias de conservación para este fragmento de bosque serrano.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, V. H.; P. A. Araujo y M. C. Iturre. 2006. "Caracteres estructurales de las masas". Cátedra de Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal. Serie didáctica N° 22. 35 p. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina
- Aguirre Calderón, O.; J. Corral Rivas; B. Vargas Larreta y J. Jiménez Pérez. 2008. "Evaluación de Modelos de diversidad- abundancia del estrato arbóreo en un bosque de niebla". Rev. Fitotec. Mex. Vol. 31 (3) 281- 289. México.
- Ajbilou, R; T. Marañón y J. Arroyo. 2003. "Distribución de clases diamétricas y conservación de bosques en el norte de Marruecos". Investigaciones Agrarias: Sistemas de recursos forestales. 12 (2), 111-123. España. [En línea][fecha de consulta: 17 de junio de 2013] Disponible en:<[http://www.inia.es/gcontrec/pub/111-123-\(750S-Distribucion_1059569877234.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/111-123-(750S-Distribucion_1059569877234.pdf)>
- Amandio Schorn, L. 2005. "Estrutura e dinâmica de estágios sucessionais de uma floresta ombrófila densa em Blumenau, Santa Catarina". Tesis Doctoral, Universidad Federal de Parana. Curitiba. Brasil. 192 pgs.
- Araujo- Murakami, A; N. Paniagua; P. Jørgensen; O. Valdes; E. Macuapa y E. Calzadilla-Tomianovich. 2009. "Diversidad y estructura florística del bosque de llanura y palmar de pantano amazónico preandino en el sector de Chalalan, Parque nacional Madidi, Bolivia". *Kempffiana* 2009 5(1):3-27|ISSN: 1991-4652
- Araujo P.; M. C. Iturre.; V. H. Acosta y R. F. Renolfi. 2008. "Estructura del bosque de La María EEA INTA Santiago del Estero". Quebracho N° 16, 5-19. Santiago del Estero, Argentina.
- Biani N. B.; J. L. Vesprini y D. E. Prado.2006. "Conocimiento sobre el gran Chaco Argentino en el siglo xx". [En línea][Fecha de consulta agosto de 2013]: http://www.researchgate.net/publication/228851115_Conocimiento_sobre_el_gran_Chaco_Argentino_en_el_siglo_xx/file/5046351ee8c1b470bf.pdf
- Biodiversidad Mexicana. Extraído el 7 de mayo de 2013. [En línea]Sitio Web: <http://www.biodiversidad.gob.mx/region/quees.html>

- Bonelli, C. L. 1994. "Geomorfología y suelos del norte de Santiago del Estero". *Facultad de Ciencias Forestales, Santiago del Estero. Informe técnico inédito.*
- Blum, C T. 2006. "A Floresta Ombrófila Densa na Serra da Prata, Parque Nacional Saint-Hilaire/Lange, PR – Caracterização Florística, Fitossociológica e Ambiental de um Gradiente Altitudinal."
- Brassiolo, M. 2001. "Diagnostico socioeconómico y de uso del suelo en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Copo. Santiago del Estero, Argentina". 127 pags. [En línea] [Fecha de consulta 20 de febrero de 2014]: <http://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2010/03/diagnostico-pn-copo.pdf>
- Burley, J. 2002. "Panorámica de la diversidad biológica forestal". *Unasylva* Vol 53 (2), 3-9. ISSN 0251- 1584
- Burkart, R. 2007. "¿Como reducir la deforestación sin frenar el desarrollo?" [En línea] [Fecha de consulta 3 de febrero de 2014]: <http://www.nacionmulticultural.unam.mx/mezinal/docs/2460.pdf>
- Cabrera, A. L. 1976. "Regiones Fitogeográficas Argentinas". 2º ed. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. ACME S.A.C.I., Buenos Aires.
- Cabrera, A. L. 1971. "Fitogeografía de la República Argentina. Sociedad Argentina de Botánica". [En línea] [Fecha de consulta 8 de mayo de 2013]. <http://www.ege.fcen.uba.ar/materias/ambiental/Seminarios/CabreraFitogFinal.pdf>
- 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]: <http://www.cricyt.edu.ar/interactio/lcagnolo/pdf/CagnoloetalBiolCons.pdf>
- Cepeda J.; C. Zuleta y R. Osorio. 2000. "Región de Coquimbo. Biodiversidad y Ecosistemas Terrestres". Ediciones de la Universidad de La Serena, La Serena. 180pp. ISBN: 956-7393-17-6). Ediciones Universidad de La Serena. La Serena.
- Chebez, J. C. 2005. "Guía de las reservas naturales de la Argentina". Editorial Albatros. ISBN 950-24-1058-0
- Condes S. y J. Martínez Millán. 1998. "Comparación entre los índices de distribución espacial de árboles más usados en el ámbito forestal". *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.* Vol. 7 (1 y 2). [En línea][Fecha de consulta 17 de junio de 2013]: <http://www.inia.es/IASPF/1998/vol7/12.S.CONDES.pdf>
- Del Rio, M; F. Montes; I. Cañellas y G. Montero. 2003. "Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales". *Investig Agrarias Sist. Recur. For.* 12 (1), 159- 176
- Demaio, P.; U. Ola Karlin y M. Medina. 2002. "Arboles nativos del centro de Argentina". ISBN 950-9725-51X. Literature of Latin America (LOLA) Buenos Aires, Argentina.

- Digilio, A. y P. Legname. 1966. "Los árboles indígenas de la provincia de Tucumán". Opera Lillioana XV. Tucumán, Argentina.
- FAO. 2009. "La situación de los bosques del mundo". [En línea]: <http://www.fao.org/docrep/011/I0350S/I0350S00.HTM>
- Finol, U. H. 1971. "Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales". Revista Forestal Venezolana, 14 (21): 29-42.
- Finol, U.H. 1978. "Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos". Revista Forestal Venezolana, 19(26):17-44.
- Flores J.; C. Batte y J. Dapara. 2002. "Caracterización de la vegetación del río Undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre". Ecología en Bolivia, 37(1): 23-48. [En línea] [Fecha de consulta 12 de febrero de 2014]: <file:///E:/OTesis/2014/archivos2-%202014/perfiles.pdf>
- Gaston K. y J. Spicer. 1998. "Biodiversity: an introduction". Blackwel Science Malden.EEUU pp 1-39
- Gaviño Novillo, M. "Indicadores ambientales y su aplicación". Cátedra UNESCO para el desarrollo sustentable. Foro Latino Americano de Ciencias Ambientales. [En línea] [Fecha de consulta 12 de julio de 2013]: http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/resProblemasAmb/Unidad5/Indicadores_ambientales_y_su_aplicaci%F3n.pdf
- Geografía de la provincia de Santiago del Estero. [En línea]: <http://www.sde.gov.ar/>
- Giménez, A. M.; P. Hernández; R. Gerez y N. Ríos. 2007. "Diversidad vegetal en siete unidades demostrativas del Chaco semiárido argentino". Maderas y Bosques 13 (1) 61- 78. Instituto de Ecología A. C. México. [En línea]: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61713106>
- Giménez, A. M.; P. Hernández; M. E. Figueroa e I. Barrionuevo. 2011. "Diversidad del estrato arbóreo en los bosques del Chaco Semiárido" *Quebracho (Santiago del Estero)*. Vol.19, n.1, pp. 24-37 ISSN 1851-3026. [En línea] [Fecha de consulta 25 de septiembre de 2013]: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262011000100004&lng=es&nrm=iso..
- Giménez, A.M. y J. G. Moglia. 2003. "Árboles del Chaco Argentino. Guía Para El Reconocimiento Dendrológico". Editorial Secretaría de Recursos Naturales de La Nación.370 p
- Giménez, A. M. y P. Hernández. 2008. "Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco Argentino. Vegetación del Chaco semiárido, Provincia de Santiago del Estero". Agencia Nac de Promoción Científica. 120 pags. ISBN 978-987-1375-26-4

- Giorgis, Melisa 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]: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S18525962201100010002&lng=es&nrm=iso>. accedido en 09 mayo 2013.
- Godínez- Ibarra, O y L. López- Mata. 2002. "Estructura, composición, riqueza y diversidad de árboles en tres muestras de selva mediana subperennifolia". *Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica* 73(2): 283-314.
- Gonzalo Halffter, 2002. "Conservación de la Biodiversidad en el Siglo XXI". [En línea][Fecha de consulta el 8 de agosto de 2013]: <http://entomologia.rediris.es/aracnet/e2/10/01Halffter/index.htm>
- Guía bibliográfica sobre biodiversidad. [En línea] [Fecha de consulta 8 de agosto de 2013]: <http://www.zaragoza.mobi/contenidos/medioambiente/cda/gbiodiversidad2010.pdf>
- Halffter G. 1992. "La diversidad biológica de Iberoamérica". I *Acta Zoológica Mexican. Volumen especial*. México. P 4.
- Hernández P. y A. M. Giménez. 2008. "Una isla al norte de Santiago del Estero: Cerro El Remate". *Revista Forestal Yvyretá. FacFor- UNAM*. ISSN: 0328-8854
- Holdrige, L. 2000. "Ecología basada en las zonas de vida". *Agroamérica*. 216 páginas. ISBN 92-9039-131 6
- Hosokawa, R. T. 1986. "Manejo e economía de florestas". Roma, FAO. 125 pgs.
- Humano, C; D. Oswald; B. Caneloro; M. Herrera; C. Moreno y S. Céspedes. 2012. "Composición y estructura arbórea de un rodal disetáneo característico del ecotono Yungas, Bosque Chaqueño Semiárido, de la provincia de Jujuy, Argentina". [En línea] [Fecha de consulta 17 de junio de 2013]: <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1032/1/Recurso+universia+contribucion.pdf>
- Lamprecht, H. 1990. "Silvicultura en los trópicos". Traducido del alemán por A. Cacillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 365 p.
- Lamprecht, H. 1962. "Ensayos sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales". *Acta Científica Venezolana*, 13(2), 57-65.
- Ledo, A.; S. Condes y F. Montes. 2012. "Revisión de índices de distribución espacial usados en inventarios forestales y su aplicación en bosques tropicales". *Rev. Perú biol.* 2012, vol.19, n.1, pp. 113-124. [En línea][Fecha de consulta 25 de marzo de 2014]: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332012000100017&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1727-9933.

- Leite de Queiroz, J. 2008. "Estrutura e dinâmica em uma floresta de Várzea do rio Amazonas no Estado do Amapá". Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do Grau de "Doutor em Ciências Florestais". Curitiba, Brasil.
- López L. G., Y. A. Ramírez y Y. D. Zamora. 2012. "Evaluación de la diversidad florística en cuatro bosques de la zona amortiguadora del Parque Nacional Los Nevados". Boletín Científico Centro de Museos, Museo de Historia Natural. ISSN 0123 - 3068 bol.cient.mus.hist.nat. 16 (1): 41 – 59.
- López, W. y A. Duque. 2010. "Patrones de diversidad alfa en tres fragmentos de bosques montanos en la región norte de los Andes, Colombia". Rev. biol. trop., vol.58, n.1, pp. 483-498. [En línea] [Fecha de consulta 28 de marzo de 2014]:
<http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S003477442010000100034&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0034-7744.
- Magurran, A. 1989. "Diversidad ecológica y su medición". Ediciones Vedra. 200 pp.
- Magurran, A. 2004. "Measuring biological diversity". Blackwell Publishing. 256 pp.
- Mángano, M. y L. Buatois. 2003. "El Paleozoico inferior de la sierra del Campo, provincia de Tucumán: Nuevos datos sobre la prolongación austral de la cuenca eopaleozoica del noroeste argentino". Revista de la Asociación Geológica Argentina, 58 (4): 623-628 (2003) 0004-4822/02
- Margalef, R. 2002. "Teoría de los sistemas ecológicos". Universidad de Barcelona, Ed. Alfaomega. 290 páginas.
- Márquez Linares, M.; S. González Elizondo y R. Álvarez Zagoya. 1999. "Componentes de la diversidad arbórea en bosques de pino encino de Durango, México". *Madera y Bosques* 5(2), 1999:67-78. [En línea]: <http://www1.inecol.edu.mx/myb/resumeness/5.2/pdf/Marquez%20et%20al%201999.PDF>
- McNeely. J.A. 2002. "La biodiversidad forestal a nivel del ecosistema: ¿cuál es el lugar de la población?". *Unasyuva* Vol 53 2002/2. Pag 6- 15. ISSN 0251- 1584
- Mon, R y 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 (2007)
- Montes Pita, F. 2004. "Estudio de la relación entre la selvicultura y la diversidad estructural en los montes Pinar de Valsaín y Pinar de Navafría". Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Morello, J. y A. Rodríguez. 2009. "El Chaco sin bosques, La Pampa o el desierto del futuro". 1a ed. - Buenos Aires: Orientación Gráfica Editora. 432 p.
- Moreno, C. 2001- "Métodos para medir biodiversidad"- M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1.- Edita: CYTED- OR

- Moret, Y.; L. Valera; A. Mora; V. Garay; M. Jerez; M. Plonczak; N. Ramírez y D. Hernández. 2008. "Estructura horizontal y vertical de *Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson (Bombacaceae) en el bosque universitario "El Caimital", Barinas, Venezuela". *Ecotrópicos* 21(2): 61-74. Sociedad venezolana de Ecología. [En línea][Fecha de consulta 13 de diciembre de 2013]: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28976/1/art1.pdf>
- Newton A.C. y V. Kapos. 2003- "Indicadores de la biodiversidad en los inventarios forestales nacionales"- Unasylva. FAO
- Nogués Bravo, D. 2003. "El estudio de la distribución espacial de la biodiversidad: Conceptos y métodos". Instituto Pirenaico de Ecología, Universidad de la Rioja. España
- Noss, R. F. 1990. "Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach". *Conservation Biology* 4:355-364.
- Noy-Meir, I; M. Mascó; M. Giorgis, D. Gurvich; D. Perazolo y G. Ruiz. 2012. "Estructura y diversidad de dos fragmentos del bosque de Espinal en Córdoba, un ecosistema amenazado". *Bol. Soc. Argent. Bot.* 2012, vol.47, n.1-2, pp. 119-133. [En línea][Fecha de consulta 7 de febrero de 2014]: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-23722012000100010&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1851-2372.
- Nuñez, I.; E. Gonzalez-Gaudiano y A. Barahona. 2003. "La biodiversidad: historia y contexto de un concepto". *INCI*. jul. 2003, vol.28, no.7, p.387-393. [En línea][Fecha de consulta 21 de julio de 2013]: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S037818442003000700006&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0378-1844
- Observatorio Nacional de Biodiversidad. Extraído el 7 de mayo de 2013. Sitio Web: http://obio.ambiente.gob.ar/ecorregiones_p99
- Peña-Chocaró, M.; G. Egeo Jurinel; M. Vera; H. Matura y S. Knipp. 2006. "Guía de árboles y arbustos del Chaco Húmedo". Darwin Initiative. Asunción, Paraguay. 297 pgs. ISBN 99925- 868- 4.9
- Pineda-García F.; L. Arredondo-Amezcuca y G. Ibarra-Manríquez. 2007. "Riqueza y diversidad de especies leñosas del bosque tropical caducifolio El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero". *Revista Mexicana de Biodiversidad* 78: 129-139, 2007
- Pickett S. T. A.; Cadenasso M. L. 2002. "The ecosystem as a multidimensional concept: meaning, model and metaphor". *Ecosystem* 5: 1- 10. [En línea]: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10021-001-0051-y#page-1>
- Preston, F. W. 1948. "The commomnes, and rarity, of species". *Ecology* 29: 254- 283.
- Prodan, M. 1997. "Mensura Forestal". Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA) ISSN 1027- 2631.586 pgs. San José, Costa Rica.
- Ribichich, A. M. 2002. "El modelo clásico de la fitogeografía de argentina: un análisis crítico". *INCI*, Caracas, v. 27, n. 12. [En línea]:

<http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442002001200004&lng=es&nrm=iso>. accedido en 08 mayo 2013.

- Roic, L. y A. Villaverde. 2007. "Flora Popular Santiagueña. Editado: Universidad Nacional de Santiago del Estero". 68 pago.
- Ruiz Linares J. y M. C. Fandiño Orozco. 2009. "Estado del bosque seco tropical e importancia relativa de su flora leñosa, islas de la Vieja Providencia y Santa Catalina, Colombia, Caribe Suroccidental".
- Rykowski K. 2002. "La conservación de la diversidad biológica como elemento de la gestión forestal sostenible: normas y práctica en Polonia". *Unasyuva* Vol 53 2002/2. Pag 16- 24. ISSN 0251- 1584
- Secretaría de ambiente y desarrollo de la Nación. [En línea] [Fecha de consulta 28 de abril de 2013]: http://www2.medioambiente.gov.ar/documentos/bosques/estudio_parque_chaquenio/T10_informe_sintesis.PDF
- Sistema de Información de Biodiversidad (SIB). [En línea] [Fecha de consulta 7 de mayo de 2013]: <http://www.sib.gov.ar/eco-regiones>
- Sitio oficial del Gobierno de Santiago del Estero: [En línea] <http://www.sde.gov.ar/geografia/>
- Sitio Web de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación: <http://www.ambiente.gov.ar>
- Sitio Web Secretaría de Minería de la Nación: www.mineria.gov.ar/ambiente/estudios/irn
- Soutullo A. 2006. "Marco conceptual para la planificación de la conservación de la diversidad biológica: implicancias para el diseño de un sistema de áreas protegidas en Uruguay". [En línea] [Fecha de consulta 8 de agosto de 2013]: http://www.snap.gub.uy/dmdocuments/dt11_soutullo.pdf
- Squeo F. A.; G. Arancio; C. Marticorena; M. Muñoz y J. Gutierrez. 2011. "Diversidad Vegetal de la IV Región de Coquimbo, Chile". Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile (2001) 9: 149 – 158. [En línea]: ftp://146.83.237.38/publications/pdf/Squeo_et_al_2001_Libro%20Rojo%20Coquimbo.pdf
- Teillier, S.; A. Prina; G. Alfonso y F. Luebert. 2004. "Aporte al conocimiento de la flora de los Andes del suroeste del Departamento de Malargüe, Argentina". *Chloris Chilensis*, Año 7. N° 1. [En línea]: <http://www.chlorischile.cl>
- Torrela, Sebastián A.; L. Oakley; R. Ginzburg; J. Adámoli y L. Galetto. 2011. "Estructura, composición y estado de conservación de la comunidad de plantas leñosas del bosque de tres quebrachos en el Chaco Subhúmedo Central". *Ecol. austral*. 2011, vol.21, n.2, pp. 179-188. [En línea] [Fecha de consulta 17 de julio de 2013]: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1667-782X2011000200005&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1667-782X.
- Torrella, S y J. Adámoli J. 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.

Uslar, Y.; B. Mostacedo y M. Saldias. 2004. "Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semidecíduo en Santa Cruz, Bolivia". *Ecología en Bolivia* [online]. 2004, vol.39, n.1, pp. 25-43. ISSN 1605-2528.

Varela O.; E. Rossi de Ceballos; M. Sidán y T. Perera. 2002. "Estructura, diversidad y relaciones florísticas de un bosque chaqueño serrano de Argentina. Contribución al estudio de la flora de la vegetación del Chaco". *Conservatore et jardín Botaniques de Geneve* 57 (2) 239. ISSN 0373-2967. [En línea]: http://www.ville-ge.ch/cjb/publications/cando572/C572_239-249.pdf

Vásquez Rodríguez, F. 2007. "Reconceptualizando la biodiversidad en América Latina: Una propuesta biocultural y territorial con visión de futuro". [En línea] [Fecha de consulta 8 de agosto de 2013] :http://www.infoandina.org/sites/default/files/recursos/biodiversidad_en_Am_Lat.pdf

Verzino, G.; J. Joseau y M. Dorado. 2005. "Impacto de los incendios sobre la diversidad vegetal, sierras de Córdoba, Argentina". *Ecol. apl. ene./dic.* 2005, vol.4, no.1-2, p.25-34.[En línea][Fecha de consulta 9 de mayo de 2013]: <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S172622162005000100004&lng=es&nrm=iso>. ISSN 1726-2216.

Whittaker, R. 1975. "Communities and ecosystems". Mac Millan, New York.385 pgs.

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 12 de abril de 2013]: <http://www2.darwin.edu.ar/Publicaciones/CatalogoVasII/CatalogoVasII.asp>

ANEXO I

El ambiente de Cerro El Remate



Figura 1. *Schinopsis marginata* sobresaliendo en el dosel arbóreo



Figura 2. Estratos de vegetación arbóreo y arbustivo



Figura 3. *Ceiba insignis* en la zona media del Cerro



Figura 4. *Schinopsis lorentzii* en la zona norte



Figura 5. Vista desde uno de los puntos más altos del Cerro

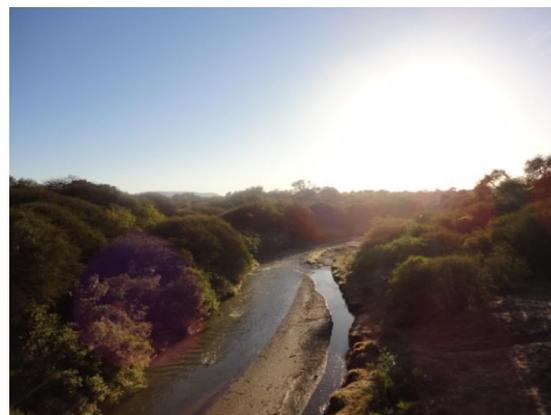


Figura 6. El Río Urueña bordea el cerro por la zona sur



Figura 7. Cerro El Remate desde la zona más baja



Figura 8. Ambiente típico de la zona media

ANEXO II

Tablas de datos estadísticos

Tabla 1. Prueba de Kruskal Wallis para las especies arbóreas según niveles altitudinales

Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
AB	P1	149	0,03	0,07	0,01	0,73	0,3920
AB	P2	165	0,02	0,04	0,02		

Tabla 2. Prueba de Kruskal Wallis para las especies arbóreas

Esptotal	Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
GU	AB	P1	11	0,02	0,01	0,01	0,48	0,4898
GU	AB	P2	11	0,02	0,01	0,02		

Esptotal	Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
GY	AB	P1	36	0,02	0,03	0,01	0,35	0,5535
GY	AB	P2	35	0,02	0,01	0,01		

Esptotal	Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
HQ	AB	P1	38	0,02	0,02	0,02	1,47	0,2251
HQ	AB	P2	31	0,03	0,03	0,03		

Esptotal	Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
M	AB	P1	6	0,02	0,02	0,01	0,01	0,9029
M	AB	P2	20	0,02	0,02	0,01		

Esptotal	Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
----------	----------	------	---	--------	------	----------	---	---

PA	AB	P1	4	0,01	3,9E-030,01	0,09	0,7683
PA	AB	P2	30	0,01	0,01	0,01	

Esptotal	Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
QB	AB	P1	16	0,02	0,01	0,02	0,14	0,7082
QB	AB	P2	14	0,02	0,02	0,02		

Esptotal	Variable	PISO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
QC	AB	P1	4	0,04	0,02	0,04	1,76	0,3408
QC	AB	P2	14	0,03	0,03	0,03		

Tabla 3. Prueba de Kruskal Wallis para las transectas principales

Variable	TRANSECTA	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
AB	T1	64	0,02	0,02	0,01	9,14	0,0275
AB	T2	90	0,02	0,03	0,02		
AB	T3	96	0,03	0,05	0,01		
AB	T4	64	0,03	0,11	0,02		

Trat.	Ranks
T1	131,22 A
T3	155,66 A B
T2	163,36 B
T4	178,30 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Tabla 4. Análisis de regresión lineal para *Sideroxylon obtusifolium*

Especie	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
GU	d copa (m)	15	0,51	0,47	3,46	60,07	62,19

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	1,90	1,29	-0,88	4,68	1,48	0,1637	
DAP	0,26	0,07	0,10	0,41	3,65	0,0029	13,47

Tabla 5: Análisis de regresión lineal para *Aspidosperma quebracho-blanco*

Especie	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
QB	d copa (m)	27	0,62	0,60	1,15	78,80	82,69

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	0,59	0,68	-0,80	1,99	0,88	0,3895	
DAP	0,20	0,03	0,13	0,26	6,34	<0,0001	39,72

Tabla 6: Análisis de regresión para *Caesalpinia paraguarensis* (GY)

Especie	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
GY	sup copa (m ²)	42	0,53	0,52	738,34	395,28	400,49

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	23,07	5,38	12,19	33,95	4,28	0,0001	
Seccion m ²	586,89	87,92	409,19	764,59	6,67	<0,0001	44,49

Tabla 7: Análisis de regresión lineal para *Ziziphus mistol*

Especie	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
M	sup copa (m ²)	22	0,48	0,45	180,62	173,61	176,89

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	14,27	3,38	7,22	21,32	4,22	0,0004	
Seccion m ²	338,85	78,83	174,41	503,29	4,30	0,0004	18,64

Tabla 8: Análisis de regresión lineal para *Schinopsis marginata*

Espece	Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
HQ	d copa (m)	49	0,41	0,40	3,47	200,00	205,68

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	2,17	0,99	0,17	4,17	2,18	0,0341	
Ht	0,52	0,09	0,34	0,71	5,69	<0,0001	32,71

Tabla 9: Análisis de Regresión Lineal para Shannon con número de individuos y con área basal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
H (AB)	16	0,73	0,71	0,05	-3,67	-1,35

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-0,16	0,22	-0,62	0,30	-0,74	0,4698	
H	0,98	0,16	0,64	1,33	6,12	<0,0001	36,08

ANEXO III

FLORA LEÑOSA CERRO EL REMATE Santiago del Estero- Argentina

Esta clave es específica para el área del Cerro El Remate, a fin de facilitar posteriores estudios de vegetación. Constituye una base que se ampliará con otros grupos taxonómicos y posiblemente otras especies leñosas.

Sobre la base de rasgos dendrológicos, Holdridge desarrolló un sistema de caracterización de numerosas familias tropicales. Tres elementos constituyen la base de sus descripciones:

- Tipo de hojas (simples o compuestas)
- Filotaxis (opuesta o alterna)
- Presencia o ausencia de estípulas.

Combinando estas tres características con otras tales como tipos y color de los exudados, presencia de puntos translúcidos en el mesófilo, consistencia de las hojas, ciertos olores, etc., pueden obtenerse descripciones cortas de familias o géneros.

Estas descripciones no incluyen todas las características del género o familia, sino solamente las que son comunes a un número considerable de especies, por tal motivo pueden presentarse excepciones de dos tipos. Aquellas especies que perteneciendo a la misma familia se apartan en mayor o menor grado a la descripción y las que exhiben las mismas características a pesar de no pertenecer el taxón descrito. En Latinoamérica son numerosos los textos forestales que adoptan Holdridge para la determinación de árboles (Zamora, 1989 citado por Giménez y Moglia, 2002).

La clave que presenta este guía se basa en el método de Holdridge con pequeñas modificaciones.

Es una clave de entrada múltiple con 6 opciones (grupos) estructurada sobre la base de tres características: tipo de hojas (simples o compuestas), filotaxis (opuesta o alterna) y la presencia o ausencia de estípulas.

- **Grupo I:** Hojas **simples**, alternas, sin estípulas
- **Grupo II:** Hojas **compuestas**, alternas, sin estípulas
- **Grupo III:** Hojas simples, alternas, **con** estípulas
- **Grupo IV:** Hojas compuestas, alternas, **con estípulas**
- **Grupo V:** Hojas **opuestas** sin estípulas
- **Grupo VI:** Hojas **opuestas** con estípulas

GRUPO I HOJAS SIMPLES, ALTERNAS, SIN ESTÍPULAS

FAMILIA	ESPECIE
I. 1- ACHATOCARPACEAE	<i>Achatocarpus praecox</i>
I. 2- ANACARDIACEAE	<i>Schinus bumeloides</i>
I. 3.-APOCYNACEAE	<i>Vallesia glabra</i>
	<i>Capparis atamisquea</i>
	<i>Capparis retusa</i>
I. 4.- CAPARACEAE	<i>Capparis salicifolia</i>
	<i>Capparis speciosa</i>
	<i>Capparis tweediana</i>
I. 5.- CELASTRACEAE	<i>Maytenus vitis-idaea</i>
1. 6.- OLACACEAE	<i>Ximenia americana</i>
1. 7.- SIMARUBACEAE	<i>Castella coccinea</i>
	<i>Lycium sp</i>
1. 8.- SOLANACEAE	<i>Nicotiana glauca</i>
	<i>Grabowskia duplicata</i>
1. 9.- VERBENACEAE	<i>Lippia turbinata</i>

GRUPO II HOJAS COMPUESTAS, ALTERNAS, SIN ESTÍPULAS

FAMILIA	ESPECIE
	<i>Schinopsis lorentzii</i>
II. 1.- ANACARDIACEAE	<i>Schinopsis marginata</i>
	<i>Loxopterygium grisebachii</i>
II. 2.- BIGNONIACEAE	<i>Tecoma stans</i>
II. 3.- QUENOPODIACEAE	<i>Allenrolfea patagónica</i>
	<i>Allenrolfea vaginata</i>

GRUPO III HOJAS SIMPLES, ALTERNAS, CON ESTÍPULAS

FAMILIA	ESPECIE
	<i>Jatropha hieronymi</i>
III. 1.- EUPHORBIACEAE	<i>Jatropha macrocarpa</i>
	<i>Cnidocolus vitifolius var. cnicodendron</i>
	<i>Coccoloba cordata</i>
III. 2.- POLIGONACEAE	<i>Ruprechtia triflora</i>
	<i>Ruprechtia laxiflora</i>
	<i>Ruprechtia apetala</i>
III. 3.- SANTALACEAE	<i>Acanthosyris falcata</i>
	<i>Jodina rhombifolia</i>
III. 4.- RAMNACEAE	<i>Ziziphus mistol</i>
	<i>Condalia microphylla</i>
III. 5.- CELTIDACEAE	<i>Celtis tala</i>
	<i>Celtis pallida</i>
III. 6.- ULMACEAE	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>
III. 7.- ASTERACEAE	<i>Gochnatia palosanto</i>
	<i>Cyclolepis genistoides</i>

GRUPO IV HOJAS COMPUESTAS, ALTERNAS, CON ESTÍPULAS

FAMILIA	ESPECIE
IV. 1.- BOMBACACEAE	<i>Ceiba chodatii</i>
IV. 2.- FABACEAE	
CESALPINOIDEA	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>
	<i>Cercidium praecox</i>
PAPILIONOIDEA	<i>Geoffroea decorticans</i>
	<i>Sesbania virgata</i>
	<i>Prosopis alba</i>
	<i>Prosopis nigra</i>
	<i>Prosopis ruscifolia</i>
	<i>Prosopis vinalillo</i>
	<i>Prosopis elata</i>
MIMOSOIDEA	<i>Prosopis torquata</i>
	<i>Prosopis sericantha</i>
	<i>Acacia aroma</i>
	<i>Acacia furcatispina</i>
	<i>Acacia praecox</i>
	<i>Mimosa detinens</i>
	<i>Mimozyganthus carinatus</i>

GRUPO V HOJAS OPUESTAS SIN ESTÍPULAS

FAMILIA	ESPECIE
V. 1.- APOCYNACEAE	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>
V. 2.- BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia nodosa</i>
V. 3.- SAPOTACEAE	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>
V. 4.- NICTAGINACEAE	<i>Bougainvillea campanulata</i>

GRUPO VI HOJAS OPUESTAS CON ESTÍPULAS

FAMILIA	ESPECIE
VI. 1.- ZIGOFILACEAE	<i>Bulnesia bonariensis</i>
	<i>Porlieria microphylla</i>
	<i>Bulnesia foliosa</i>

Grupo I Hojas **simples**, alternas, sin estípulas**I. 1- ACHATOCARPACEAE**

Achatocarpus praecox; **rumi caspi, palo matico, tala negro**

Arbusto espinoso, ramas lisas y lenticeladas.

Hojas simples, en fascículos, limbo lanceolado de 2- 8 cm, ápice obtuso o agudo., borde entero.

Fruto drupa, **semilla** lenticular.

**I. 2- ANACARDIACEAE**

Schinus bumeloides; **molle, molle negro**

Arbusto

Corteza parda en placas.

Hojas glabras elípticas u oblongas ápice obtuso generalmente mucronado, borde entero, a veces ondulado, olor astringente.

Fruto drupa globosa morada brillante.



Schinus fasciculatus: **molle, molle pispito.**

Arbusto

Hojas alternas o agrupadas en fascículos, borde entero, olor astringente.

Fruto: drupa globosa morada.



I. 3.-APOCYNACEAE: (excepción para el grupo, la familia pertenece al V) hojas simples, con látex

<p><i>Vallesia glabra</i>; ancoche Arbusto. Corteza lisa, delgada, luego con grietas longitudinales, lenticelada, con látex, gris - verdoso al rasparse amarillo claro. Hojas simples, lanceoladas o elípticas lanceo-ladas, glabras, de 3-8 cm x 2,5 cm, ápice acuminado, verde claras. Drupa solitaria o geminada, verde amarillenta translúcida, uniseminada.</p>	
	

I. 4.- CAPARACEAE: arbolitos verdosos de hojas simples elípticas u oblongas, pecíolos desiguales (de ausentes hasta 16 cm de largo), con frutos bayas globosas u oblongas, pendulosas y provistas de un ginóforo

<p><i>Capparis atamisquea</i>; atamisqui Arbusto. Corteza verde grisácea, ramas rígidas. Hojas alternas, simples, coriáceas, pecíolo breve, lineares a linear oblongas, verde oscuro en la cara superior, y grisáceas en la inferior. Flores blancas. Fruto de color blanco transparente.</p>	
<p><i>Capparis retusa</i>; sacha poroto Arbusto Corteza lisa, verde amarillenta, con lenticelas. Hojas elíptico - aovadas, ápice obtuso a emarginado discoloras, envés pubescente, con nervaduras notorias. Fruto cápsula oscura, salicuíforme, con estrangulaciones notables.</p>	

<p><i>Capparis salicifolia</i>; sacha sandía Arbusto. Hojas discolor. Flores amarillas. Fruto baya</p>	
<p><i>Capparis speciosa</i>; sacha limón, amarguillo Arbusto Corteza lisa, con lenticelas, verdosa, dehiscente a nivel celular, verde. Hoja elíptica, glabras, ápice emarginado, mucronado, pecíolo corto ensanchado en la zona de inserción con la hoja, olor picante. Fruto baya globosa.</p>	
	
<p><i>Capparis tweediana</i>; sacha menbrillo Arbusto Corteza lisa, con lenticelas, verdosa. Hoja deltoideada o suborbicular, ápice obtuso discolora, envés pubescente con nervaduras muy notorias. Fruto baya globosa.</p>	

1. 5.- CELASTRACEAE: hojas simples, aserradas alternas, sin estípulas, con caliz persistente, fruto cápsula***Maytenus vitis-idaea*; colqui yuyu, moneda**

Arbusto inerme, **corteza** rugosa, ramitas glabras.

Hojas carnosas suborbiculares, ápice obtuso o emarginado, base redondeada. Borde entero o con breves dientes aislados.

Fruto: cápsula elipsoidea, dehiscente en tres valvas.

Semilla con arilo morado

**1. 6.-OLACACEAE:** hojas simples, alternas, sin estípulas. Fruto en general drupáceo, unilocular, uniseminado.***Ximenia americana*; pata, albarillo**

Arbolito espinoso, **corteza** rugosa.

Hojas membranáceas de 4-10 cm, obtusas, mucronadas o emarginadas, en el envés con la nervadura prominente.

Flor blanco-amarillento.

Fruto drupa ovoidea amarilla, comestible

**1. 7.- SIMARUBACEAE:** hojas simples (también compuestas), medicinal, sabor amargo.***Castella coccinea*; sacha melon, meloncillo**

Arbusto espinoso ramillas espiniscentes verdes, en zigzag

Corteza dehiscente en placas.

Hojas simples, coriáceas, pubescentes, situadas en las axilas de las espinas solitarias ó agrupadas en fascículos, de lámina elíptica, ápice emarginado.

Flores: rojas

Fruto: drupa rojiza elipsoidea.



1. 8.- SOLANACEAE: Árboles, arbustos, subarbustos o plantas herbáceas, anuales o perennes, erguidas, decumbentes o trepadoras, provistas o no de tubérculos subterráneos. Hojas generalmente alternas, simples, enteras, dentadas o pinatífidas. Fruto baya, drupa o cápsula.

***Lycium cestroides*; chivil**

Arbusto espinoso, ramoso.

Hojas alternas, en fascículos, lanceoladas o elíptico-lanceoladas.

Flores violáceas, corola tubulosa de hasta 1.5 cm de largo, generalmente agrupadas en fascículos.

Fruto baya pequeña anaranjada y luego oscura.



***Nicotiana glauca* palan palan**

Arbusto inerte, poco ramificado

Hojas simples enteras, verde ceniciento

Flores amarillas en inflorescencia

Fruto: cápsula



***Grabowskia duplicata* cosqui yuyo**

Arbusto espiniscente

Hojas carnosas verde ceniciento

Flores blancas

Fruto: drupa color anaranjada



GRUPO II - hojas compuestas, alternas y sin estípulas**II. 1.- ANACARDIACEAE:** olor astringente

<p><i>Schinopsis lorentzii</i>; quebracho colorado santiaguense Árbol Corteza castaño grisáceo en placas poligonales. Al rasparse el color es pardo rojizo. Exudados color pardo grisáceo Hojas con folíolos alternos sésiles, semicoriáceos. Flores amarillas reunidas en inflorescencias terminales. Fruto sámara leñosa.</p>	
<p><i>Schinopsis marginata</i> horco quebracho Árbol Hojas discolor</p>	
<p><i>Loxopterygium grisebachii</i> Urundel amarillo, mara amarilla Árbol poligamo dioico sin espinas, con látex Corteza lisa o algo rugosa con lenticelas Hojas imparipinada 3-6-yugas, de 20-40 cm long.; folíolos oblongo-elípticos, ápice atenuado, base redondeada, márgenes aserrados a crenados de 4-12 cm long. x 2-5 cm lat Flores: en tirso terminal. Masc y Fem son verde amarillento Fruto: sámara asimétrica color castaño</p>	

II. 2.- BIGNONIACEAE: hojas simples o compuestas (paripinnadas, bipinnadas, o digitadas), flor llamativo gamopétala, zigomorfo, 4-5 estambres didínamos, ovario súpero, disco carnososo.

***Tecoma stans* guaran**

Arbolito o Arbusto
Hojas compuestas, foliolo aserrado
Flores amarillas
Fruto vaina dehiscente
Semilla alada



GRUPO III - hojas simples, alternas y con estípulas

III. 1.- EUPHORBIACEAE: plantas con látex, hojas pubescentes, con un par de glándulas en la unión del pecíolo. Exudados transparentes, blanquecinos, amarillos o rojizos. Fruto por lo general tricoco.

***Jatropha hieronymi* higuera del zorro, sacha higuera**

Arbusto inerme, con latex, tronco carnoso, corteza se desprende en placas enruladas.

Hojas palmatilobadas, borde aserrado

Fruto cápsula globosa, morada oscura, dehiscente en 6 valvas.

***Cnidioscolus vitifolius* var. *cnicodendron***

Arbusto con pelos urticantes

Corteza grisácea lisa

Hojas palmatilobadas, borde aserrado



III. 2.- POLYGONACEAE: estípulas soldadas formando ócrea

***Ruprechtia triflora*; duraznillo, cuero de vieja**

Arbusto o Arbolito

Corteza lisa, se desprende en placas delgadas irregulares que dejan ver una superficie ferrugínea.

Hojas de limbo elíptico obovado o subcircular, ápice obtuso a acuminado. Pecíolo breve.

Fruto: aquenio pubescente elipsoide trígono, envuelto por tres sépalos acrescentes.

Semillas piriformes



<p><i>Ruprechtia laxiflora</i> viraró Arbol Hojas de limbo elíptico obovado o subcircular, ápice obtuso a acuminado. Pecíolo breve.</p>	
<p><i>Ruprechtia apetala</i> manzano de campo Arbusto especie dioica Corteza lisa pardo grisácea, exfoliante, madera liviana y de baja resistencia. Hojas grandes, ovadas a elípticas, con bordes ondulados crenados, más pálidas en el envés y con nervaduras marcadas. Inflorescencia en racimos blanco amarillentas. Frutos alados rojizos</p>	

III. 3.- SANTALACEAE: hojas sésiles o subsésiles

<p><i>Acanthosyris falcata</i>; sacha pera, saucillo Arbol espinoso o inerme. Corteza fisurada, con formaciones lenticulares. Hojas lanceoladas falcadas, en fascículos en las axilas de las espinas. Flores verde amarillas Fruto drupa globosa amarillenta.</p>	
<p><i>Jodina rhombifolia</i>; sombra de toro Arbol Corteza en placas irregulares, predominan las fisuras longitudinales profundas que dejan ver cicatrices de color ocre. Hojas coriáceas, rómbicas, con ápice punzante y dos espinas más cortas en los ángulos laterales. Fruto: globoso</p>	

III. 4.- RAMNACEAE: hojas simples, alternas, trinervias o penninervias, ramas en zigzag, con espinas o no,

<p><i>Ziziphus mistol</i>; mistol Árbol Corteza: parda en placas irregulares muy pequeñas. Hojas simples, coriáceas verde grisáceo, nervadura campilódroma, borde totalmente aserrado, con estípulas espinosas. Fruto: drupa globosa.</p>	
<p><i>Condalia microphylla</i>; piquillín Arbusto Corteza: lisa con placas muy pequeñas. Hojas fasciculadas, subsésiles, elípticas, discoloras, de 4-7 mm de largo, penninervadas, borde totalmente aserrado. Fruto: drupa globosa</p>	

III. 5.- CELTIDACEAE: hojas muy pubescentes, con bordes aserrados, asimétricas. Hojas dispuestas en ramas en zigzag

<p><i>Celtis tala</i> : tala Arbusto o Arbol Corteza en placas de tamaño diverso con marcadas fisuras longitudinales. Hojas aovadas, con nervaduras en campilódromo, brevemente pecioladas, pubescentes las jóvenes, borde parcialmente aserrados. Con dos estípulas transformadas en espinas rectas geminadas desiguales. Fruto drupa anaranjada</p>	
--	--

<p><i>Celtis pallida</i> : tala pispita, talilla Arbusto muy espinoso hasta 4 m., ramas en zigzag. Corteza delgada gris, Hojas elípticas 1.5-3 cm,</p>	
--	--

III. 6.- ULMACEAE hojas pubescentes, con bordes aserrados, asimétricas. Hojas dispuestas en ramas en zigzag

<p><i>Phyllostylon rhamnoides</i> palo amarillo</p> <p>Árbol Hojas asimétricas, aserradas en la parte superior Corteza grisácea Fruto alado</p>	
--	---

III. 7.- ASTERACEAE***Gochnatia palosanto* palo santo**

Arbolito inerme de 3 a 8 m de altura, con tronco hasta de 40 cm de diámetro, corteza pardusca, rugosa, madera dura y perfumada.

Flores amarillo anaranjadas

***Cyclolepis genistoides* palo azul**

GRUPO IV - hojas compuestas, alternas y con estípulas

IV. 1.- BOMBACACEAE: hojas simples o compuestas, a veces lobuladas, digitinervias o digitocompuestas, con estípulas deciduas. Árboles grandes con tronco hinchado y/o aletones, algunos con aguijones corticales, ramificación verticilada. Hojas con mucílago

Ceiba insignis*; palo borracho, yuchan*Arbol**

Fuste hinchado, **corteza** lisa, con aguijones corticales cónicos, muy desarrollados.

Hojas palmadas, en general con 5 folíolos (3-7) glabros, con borde aserrado.

Flores: blanquecinas

Fruto cápsula oblonga, dehiscente en 5 valvas.



IV. 2.- LEGUMINOSA: Hojas por lo general compuestas, pinnadas, bipinnadas, digitadas o trifoliadas, pecíolos con base engrosada ganglionar

CESALPINOIDEA: hojas paripinnadas, o simples. Flores actinomorfas, llamativas. Fruto legumbre

Caesalpinia paraguariensis*; guayacán*Arbol**

Corteza lisa, muy delgada de color castaño verdosa, dehiscente en placas irregulares de bordes redondeados que dejan ver la corteza nueva gris verdosa.

Hojas bipinnadas 6-10 pares de folíolos opuestos elípticos. Follaje tenue de color verde y ferrugíneo en el momento de la brotación.

Fruto indehiscente, orbicular, lustroso achatado.

***Cercidium praecox*; brea****Arbol**

Corteza lisa, dehiscente a nivel celular, verde amarillento, lenticelada. Exudados amarillentos.

Hojas bipinnadas, uni y biyugas con 5 a 8 pares de folíolos opuestos pubescentes, rápidamente caducas.

Fruto legumbre chata.



PAPILIONOIDEA: olor a poroto, hojas imparipinnadas, a veces simples, peciólulos grandes.

***Geoffroea decorticans*; chañar**

Arbol

Corteza dehiscente en tiras dejando ver la corteza nueva verdosa cuando joven, en el adulto corteza dehiscente en placas de coloración parda. Con exudados rojizos.

Hojas imparipinnadas con ápice emarginado el folíolo terminal siempre mayor que los otros.

Flores amarillas

Fruto drupa ovoidea



MIMOSOIDEA: hojas pari e imparipinnadas con glándulas, flores en racimos con numerosos estambres, inflorescencia en espiga o capítulo. Fruto legumbre

***Prosopis alba*; algarrobo blanco**

Arbol

Corteza parda fisurada longitudinalmente, fibrosa. Exudados amarillentos.

Hojas bipinnadas, con folíolos de 7-20 mm de largo.

Fruto legumbre indehiscente, amarilla clara falcada a curva.



***Prosopis ruscifolia*; vinal**

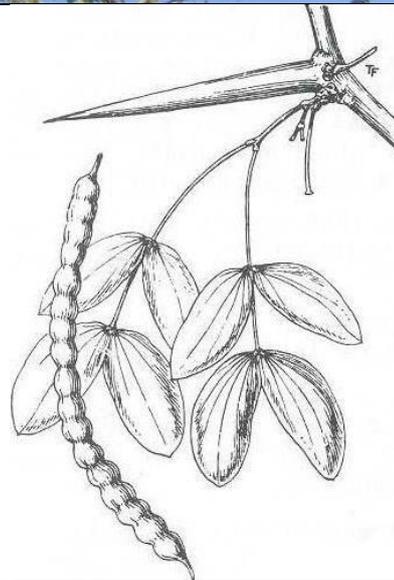
Arbol o arbusto espinoso. Espinas de hasta 30 cm.

Ramas zigzagueantes.

Corteza fisurada longitudinalmente .

Hojas bipinnadas uniyugadas. Folíolos lanceolados.

Fruto legumbre torulosa amarillenta con manchas vinosas.



<p><i>Prosopis vinalillo</i>: vinalillo Arbol o Arbusto espinoso Corteza con fisuras longitudinales, castaño amarillento. Hojas bipinnadas con un par de pinas 4-12 pares de folíolos, de 0,3-1cm de ancho, coriáceos con nervadura bien marcada. Fruto legumbre indehisciente torulosa, algo curvada, amarillento con manchas violáceas</p>	 <p>46. — <i>Prosopis vinalillo</i> Stueck.: A, rama florifera x 1; B, flor x 6; C, fruto x 1; D, semilla x 2. Dibujo T. Ferrero.</p>
<p><i>Prosopis elata</i>: algarrobillo, quiscataco Arbolito o Arbusto muy ramificado y espinoso, con largas espinas geminadas divergentes (similares a las de vinal) Hojas bipinadas. Fruto: Vaina torulosa apiculada.</p>	
<p><i>Prosopis torquata</i>: tintinaco, quanti, algarrobo chico Arbolito o Arbusto espinoso, achaparrado, con estípulas espinosas rectas, rojizas en el ápice, geminadas. Hojas de 2-8 en fascículos. Inflorescencia en espiga amarillo anaranjado. Fruto: Vaina espiralada torulosa amarillenta, con apículo lineal.</p>	
<p><i>Prosopis sericantha</i>; barba de tigre Arbusto de hasta 1 m de alt., ramas terminadas en espina. Subáfilo, hojas solo presentes en brotes tiernos, uniyugas, glabras, pequeñas, pinas con 2 pares de folíolos. Flor: espigas color sangre, ovoides. Fruto: vaina casi recta, rojiza, comprimida, con artejos subcuadrados.</p>	

<p><i>Acacia aroma</i>; tusca Arbusto Corteza fisurada longitudinalmente, castaño oscuro, fibrosa. Hojas bipinnadas agrupadas en fascículos en la axila del par de espinas, 15-30 pares de folíolos opuestos muy pequeños. Estípulas modificadas a 2 espinas en la axila de la base de las hojas. Fruto legumbre alargada, estrangulada, oscura al madurar.</p>	
<p><i>Acacia praecox</i>; garabato negro uña de gato Arbusto Corteza fisurada longitudinalmente. Hojas bipinnadas, 15-40 pares de folíolos alternos, subsésiles, pequeños. Aguijones curvos lateral-mente comprimidos. Inflorescencia en capítulos color blanco cremosos. Fruto legumbre alargada</p>	
<p><i>Mimosa detinens</i>; garabato blanco, garabato rubio, uña de gato. Arbusto c/ aguijones recurvos. Hojas compuestas. Flores en cabezuela blco- cremoso. Fruto: a la madurez se descompone en segmentos, conservando el nervio marginal.</p>	

GRUPO V - hojas opuestas y sin estípulas**V. 1.- APOCYNACEAE:** hojas simples, opuestas o verticiladas, con látex (no en *Aspidosperma*), frutos geminados*Aspidosperma quebracho-blanco*; quebracho blanco.**Arbol****Corteza** grisácea muy desarrollada de dos tipos: lisa y en placas regulares y con surcos longitudinales marcados.**Hojas** verticiladas (3) coriáceas, ápice mucronado.**Fruto** cápsula aovada, bivalva verde grisácea .**V. 2.- BIGNONIACEAE:** hojas simples o compuestas (paripinnadas, bipinnadas, o digitadas), flor llamativo gamopétala, zigomorfo, 4-5 estambres didínamos, ovario súpero, disco carnososo.*Tabebuia nodosa* huiñaj, palo cruz**Arbol****Corteza** en placas irregulares pardo amarillento.

Ramas y ramitas nudosas, las laterales formando ángulo recto (en cruz) con la rama en la que nace.

Hojas simples fasciculadas a opuestas coriáceas, de forma espatulada ó elíptica.**Flor** amarilla tubular acampanada.**Fruto** cápsula lineal**V. 3.- SAPOTACEAE:** látex en varios órganos. Estípulas presentes o no. Nervios secundarios de la hoja estrechamente paralelos y numerosos. Fruto baya*Sideroxylon obtusifolium* guaraniná, molle negro**Arbol** espinoso**Corteza** fisurada longitudinalmente**Hojas:** enteras, espatuladas generalmente agrupadas al final de la rama (subopuestas o agrupadas)**Flores:** pequeñas, en racimos axilares**Fruto:** baya negra

GRUPO VI – Hojas simples o compuestas opuestas con estípulas

VI. 1.- ZIGOFILACEAE: hojas opuestas (a veces alternas), con estípulas, hojas pinadas sin folíolo terminal, raro simples o de dos folíolos

***Bulnesia bonariensis*; jaboncillo**
Arbusto inerme, ramitas nudosas.
Hojas compuestas opuestas.
Fruto cápsula 5-alada.



Bulnesia foliosa

***Porlieria microphylla* cucharero**

Arbusto
Fruto baya

