

Estructura del bosque de La María EEA INTA Santiago del Estero

Forest structure of La María EEA INTA Santiago del Estero

Araujo, P.¹; M. C. Iturre¹; V. H. Acosta¹; R. F. Renolfi²

Recibido en junio de 2006; aceptado en agosto de 2008

RESUMEN

El estudio se realizó en un bosque en regeneración localizado en la región del Chaco Semiárido de la Argentina, en la provincia de Santiago del Estero.

El objetivo general fue aportar conocimientos e informaciones básicas necesarias para ir construyendo un modelo práctico de gestión para bosques nativos de la región que se encuentran en fase de recuperación.

Los objetivos específicos se orientaron a la evaluación cuantitativa de los diferentes aspectos relacionados con la estructura de la masa, como punto de partida para describir la situación actual del bosque en regeneración.

Se establecieron parcelas permanentes de forma circular. Se analizó la estructura mediante índices de abundancia, dominancia frecuencia e índice de importancia horizontal. La estructura vertical se caracterizó por medio de un índice de posición sociológica y se estudió la regeneración natural de las principales especies arbóreas. La utilización de índices numéricos permitió comparar la condición en que se encuentran las especies.

Se identificaron 7 especies en el estrato arbóreo. El quebracho blanco es la especie más abundante, con mayor dominancia y la más frecuente. Le sigue el quebracho colorado y el algarrobo negro. La especie más importante de acuerdo con su distribución horizontal y vertical es el quebracho blanco seguido del quebracho colorado que es favorecido por su regeneración

Los resultados obtenidos del análisis estructural proporcionaron información detallada sobre el estado actual de la masa, aportando una visión más completa sobre su fitosociología.

Los índices con que se valoró la importancia de las especies, además de establecer una jerarquía entre las mismas, informaron sobre aspectos que pueden ser determinantes al momento de decidir cuál es la especie con el mayor potencial de aprovechamiento sostenido.

Palabras clave: Estructura; Bosque regeneración; Chaco semiarido.

ABSTRACT

The study was made on a regenerating forest located in the Semiarid Chaco within the Province of Santiago del Estero, Argentina.

Its general objective was to supply knowledge and the basic data needed to start building a practical model for managing the native forests of the region in a process of recovery.

The specific objectives were oriented to evaluate quantitatively the various aspects related to mass structure as the starting point for depicting the state of the art of the regenerating forest.

Permanent circular plots were delimited. The structure was analyzed using the abundance index, dominance, frequency, and horizontal position index. The vertical structure was characterized by means of the index of sociological position and the natural regeneration of the main tree species was studied as well. Using numeric indices allow the conditions of the species to be compared.

Seven species were identified within the tree story. Quebracho blanco is the most abundant species having the highest dominance and frequency, followed by the quebracho colorado and the algarrobo negro. As to their horizontal and vertical distributions, quebracho blanco is the most important species, followed by the quebracho Colorado which is favored by its regeneration.

The results out of the structural analysis gave detailed information about the state of the art of the mass providing a wider overview of its fitosociology.

Besides establishing a hierarchy among them, the indices with which the importance of the species was valued, provided information on issues that may be determinant at the time a decision has to be made on what the species with the highest potential of a sustained exploitation is.

Keywords: Structure; Regenerating forest; Semiarid Chaco.

¹ Facultad de Ciencias Forestales. Univ. Nac. de Santiago del Estero. Santiago del Estero, Argentina. Tel/Fax. (0385) 450-9550. E-mail: paraujo@unse.edu.ar

² EEA INTA Santiago del Estero. Jujuy 859. (4200) Santiago del Estero. E-mail: rrenolfi@inta.gov.ar

1. INTRODUCCION

Los bosques pueden evolucionar sin perturbaciones antrópicas significativas, u otros disturbios, durante largos períodos de tiempo (Wadsworth, 2000). En esas condiciones son estables, se autoprotegen, son autosostenibles y poseen valor ecológico y económico para la sociedad. Tienen resiliencia, es decir, la capacidad de absorber cambios, persistir a pesar de ellos y volver a un estado de equilibrio después de una perturbación (Valerio, 1997). Estos bosques, clasificados como primarios, son un ideal ecológico, pero no constituyen el ideal de producción capaz de satisfacer las necesidades humanas, por cuanto los tiempos que la naturaleza invierte en la producción son diferentes de los que demandan las actividades económicas del hombre.

Cuando se modifican las condiciones del bosque primario por un cambio drástico, como ocurre en los casos de tala rasa o incendios, surgen bosques secundarios. Literalmente, aparecen después de la corta total.

En otra categoría se encuentran los bosques de los que se ha extraído la madera de valor denominados “residuales o remanentes”. De acuerdo con la intensidad de la intervención, queda un bosque económicamente empobrecido, o con vegetación secundaria. Siempre que la superficie no se transforme para otros usos y no se afecte la cubierta del suelo, los renovales sustituyen a los que han sido cortados, dando lugar a un bosque en regeneración (FAO, 1994). Se trata de un proceso de recuperación, en el que se vuelve a formar el capital biológico.

Desde el punto de vista técnico, la gestión forestal requiere contar con información sobre la estructura, crecimiento, producción y regeneración natural, tanto de las especies de valor comercial, como de las que aún tienen un valor económico desconocido.

La estructura, interpretada como la representación de los individuos en términos de edad, tamaño, u otras características, constituye la consideración básica para un manejo orientado a la calidad y continuidad de los rendimientos, por lo que tiene importancia ecológica y silvicultural (Wadsworth, 2000).

El tamaño y estructura de las diferentes poblaciones también es el resultado de las exigencias de las especies y de las características del ambiente. La estructura presente en cada caso particular es la mejor respuesta del ecosistema (Valerio, 1997).

El estudio de la estructura aporta conocimientos para ir desarrollando una Selvicultura y una Ordenación adecuada a los bosques de la región. En este sentido, el objetivo del estudio fue describir la situación actual del bosque en sus aspectos estructurales mediante la utilización de índices cuantitativos que orienten una gestión sostenible.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Características particulares del área de estudio

El bosque nativo del Campo “La María”, perteneciente a la Estación Experimental Agropecuaria Santiago del Estero del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) se localiza sobre la ruta Nacional N° 9 a 27 km al Sur de la ciudad capital de la Provincia de Santiago del Estero, a 28°05' S. y 64°15' W. Posee un estrato arbóreo integrado por quebracho colorado (*Schinopsis quebracho colorado*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) como especies principales. En el piso intermedio están presentes el algarrobo negro (*Prosopis nigra*), mistol (*Zizyphus mistol*) y brea (*Cercidium australe*).

El estrato arbustivo está compuesto por diversas especies de garabatos (*Acacia sp.*), tala (*Celtis pallida*), atamisqui (*Atamisquea emarginata*), castela (*Castella coccinea*), piquillín

(*Condalia microphylla*), molles (*Schinus sp.*). El estrato herbáceo está constituido por especies de gramíneas y latifoliadas (Brassiolo *et al.*, 1993).

En general el suelo del bosque de La María posee características ecológicas favorables para la vegetación, limitadas o alteradas por las condiciones climáticas (Lorenz, 1995).

2.2. Obtención de los datos

Para el estudio de la masa forestal se establecieron parcelas permanentes. Se utilizó el diseño de muestreo sistemático y la superficie muestreada fue del orden del 8 %, en parcelas de forma circular de 500 m². En cada parcela se establecieron cuatro subparcelas de 12 m² donde se midió la regeneración natural (Lopez *et al.*, 2001).

2.3. Análisis de la estructura

Los parámetros fitosociológicos se obtuvieron del análisis de la estructura horizontal, estructura vertical y de la regeneración natural de las principales especies arbóreas, combinando las metodologías propuestas por Finol (1971), Hosokawa (1986), Saraiva (1988), Costa Neto (1990) y Mariscal Flores (1993).

En la estructura horizontal se cuantificó la participación de cada especie en relación con las demás por medio de los índices de abundancia, frecuencia y dominancia (Mueller Dombois y Ellenberg, 1974) los cuales se integraron en un Índice de importancia horizontal (IH).

Índice	Descripción
Abundancia o densidad	Número total de individuos por unidad de superficie pertenecientes a cada especie.
Dominancia	Se expresa por el área basal (Mateucci y Colma, 1982). Calculada en valor absoluto y relativo, indica la participación de las especies en el área basal total (Mueller Dombois y Ellenberg, 1974).
Frecuencia	Revela la distribución espacial de las especies, es decir la dispersión media. Para evaluarla, la parcela se dividió en subparcelas de igual tamaño, donde se verificó la presencia o ausencia de las especies. La frecuencia absoluta se expresó por el número de subparcelas en que está presente la especie. La relativa se calculó en base a la suma total de las frecuencias absolutas, que representa el 100 % (Hosokawa, 1986).
Importancia horizontal de las especies (IH)	Suma de los valores relativos de los índices anteriores. Equivale al Índice de Valor de Importancia (IVI) definido por Finol (1971) y Hosokawa (1986). Su expresión es: $IHI = Ar (\%) + Dr (\%) + Fr (\%)$ IHi = Índice de importancia horizontal de la especie i; Ar = Abundancia relativa; Dr = Dominancia relativa; Fr = Frecuencia relativa.

2.4. Análisis de la estructura vertical

El plano vertical se dividió en substratos o pisos, caracterizándose la distribución por un índice denominado Posición Sociológica (PS) (Finol, 1971; Hosokawa, 1986).

El substrato es una porción de la masa contenida dentro de determinados límites de altura, fijados por algún criterio. Generalmente se distinguen tres: superior, medio e inferior. Siguiendo la metodología propuesta por Finol (1971), se asignó un valor fitosociológico a cada substrato efectuando el cociente entre el número de individuos del substrato y el número total de individuos de todas las especies:

$$VF_j = n_j / N$$

Donde: VF = Valor Fitosociológico del sustrato; n = Número de individuos del sustrato; N = Número total de individuos de todas las especies; J = Sustrato inferior (i), medio (m) o superior (s).

Para calcular PS de cada especie se sumaron los valores fitosociológicos de cada sustrato, que se obtuvieron por el producto del VF del sustrato considerado y el N° de individuos de la especie en ese mismo sustrato:

$$PS = VF_i * n_i + VF_m * n_m + VF_s * n_s$$

Donde: PS = Posición sociológica; VF = Valor fitosociológico del sustrato; n = Número de individuos de cada especie; i = Inferior; m = Medio; s = Superior.

La posición sociológica relativa (PSr) de cada especie se expresó como porcentaje sobre la sumatoria total de los valores absolutos.

2.5. Análisis de la regeneración natural

También se hizo en términos de abundancia y frecuencia. Para la distribución vertical se definieron categorías de acuerdo con el rango de alturas de los individuos y se evaluó la condición de la regeneración en términos relativos.

En la regeneración natural (RN) se incluyeron los descendientes de las plantas arbóreas entre 0,1 m de altura y 4,9 cm de DAP, clasificados según las siguientes categorías:

-I = 0,1 m a 0,99 m de altura;

-II = 1,0 m a 1,9 m de altura;

-III = 2,0 m a 4,9 cm de DAP.

Las categorías de tamaño se determinaron en forma similar a la Posición Sociológica. La regeneración natural relativa (RNr) para cada especie se obtuvo por la media aritmética de los valores anteriores (Finol, 1971):

$$RNr = (Ar_{RN} + Fr_{RN} + CTr_{RN}) / 3$$

Donde: RNr = Regeneración natural relativa en %; Ar_{RN} = Abundancia relativa de la regeneración natural; Fr_{RN} = Frecuencia relativa de la regeneración natural; CTr_{RN} = Categoría de tamaño relativa de la regeneración natural.

2.6. Determinación de la importancia horizontal y vertical (IHV)

Este índice se calculó combinando los índices de la estructura horizontal y vertical:

$$-IHV = \text{Estruct. horizontal} + \text{Estruct. vertical} + \text{Estruct. Reg. Natural}$$

$$-IHV = Ar + Dr + Fr + PSr + RNr$$

$$-IHV = IH + PSr + RNr$$

2.7. Otros índices desarrollados en el estudio

También se abarcaron otros aspectos, generalmente no considerados, pero que pueden ser determinantes para jerarquizar sus posibilidades de persistencia en la masa y su potencial económico. En este sentido se definió un Índice de Importancia Ampliado a la Mortandad (IAM) (Araujo, 2003).

3. RESULTADOS

3.1. Composición florística

Los individuos de las parcelas se identificaron por su familia botánica, nombre común y nombre científico (Tabla 1). Corresponden a 7 especies arbóreas, 11 arbustivas y 17 del estrato herbáceo.

Tabla 1. Familias botánicas, géneros y especies presentes en las parcelas muestrales.

Familia	Especie	
	Nombre común	Nombre científico
Estrato arbóreo		
Anacardiaceae	Quebracho colorado	<i>Schinopsis quebracho-colorado</i> (Schlecht) Barkl. et Meyer
Apocynaceae	Quebracho blanco	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i> Schlecht.
Fabaceae (Leguminosae)	Algarrobo negro	<i>Prosopis nigra</i> (Griseb.) Hieron.
Rhamnaceae	Mistol	<i>Ziziphus mistol</i> Griseb.
Santalaceae	Sombra de toro	<i>Jodina rhombifolia</i> Hook. et Arn.
Fabaceae (Leguminosae)	Brea	<i>Cercidium praecox</i> (R. Et P.) Harms
Simaroubaceae	Duraznillo	<i>Castela coccinea</i> Griseb.
Estrato arbustivo		
Fabaceae	Teatín	<i>Acacia furcatispina</i> Burk.
Capparaceae	Atamisqui	<i>Atamisquea emarginata</i> Miers. Ex Hook. et Arn.
Cactaceae	Quimil	<i>Opuntia quimilo</i> Schum.
Zigophyllaceae	Jarilla	<i>Larrea divaricata</i> Cav.
Olacaceae	Pata	<i>Ximenia americana</i> L.
Celastraceae	Abriboca	<i>Maytenus spinosa</i> (Griseb.) Lourt. Et 'Don.
Ulmaceae	Tala	<i>Celtis tala</i> Gillies ex Planchon
Simaroubaceae	Meloncillo	<i>Castela coccinea</i> Griseb.
Rhamnaceae	Piquillín	<i>Condalia microphylla</i> Cav.
Fabaceae (Leguminosae)	Tusca	<i>Acacia aroma</i> Gill. Ap. Hook. et Arn.
Verbenaceae	Poleo	<i>Lippia turbinata</i> Griseb.
Estrato herbáceo		
Gramíneas		<i>Digitaria californica</i> (Bent.) Her.
		<i>Gouinia latifolia</i> (Gris.) Vasey
		<i>Gouinia paraguayensis</i> (O.K.) Parodi
		<i>Setaria globulifera</i> (Steud.) Griseb.
		<i>Setaria leiantha</i> Hackel
		<i>Setaria leucophila</i> (Scribner et Merrill)
Latifoliadas		<i>Trichloris crinita</i> (Lag.)
		<i>Abutilon</i> sp.
		<i>Eupatorium squarrosus</i>
		<i>Justicia squarrosa</i> (Griseb)
		<i>Lantana xenica</i> (Moldenke)
		<i>Sida dictyocarpa</i> Griseb.
		<i>Trixis</i> sp.
		<i>Tweedia</i> sp.
	<i>Urvillea</i> sp.	
	<i>Wissadulla densiflora</i> R. E. Fries	

3.2. Densidad

La participación de las especies en la masa, en términos de número de pies, absoluto y relativo, se presentan en el Tabla 2. Los valores se calcularon para el conjunto de las especies del estrato arbóreo y arbustivo.

Tabla 2. Densidad absoluta y relativa de las especies.

Especie	Densidad (N°/ha)	Densidad (%)	Estrato
Quebracho blanco	147,00	46,34	Arbóreo
Duraznillo	26,50	8,35	Arbóreo
Mistol	25,00	7,88	Arbóreo
Quebracho colorado	24,50	7,72	Arbóreo
Algarrobo negro	17,50	5,52	Arbóreo
Brea	3,00	0,95	Arbóreo
Sombra de toro	2,50	0,79	Arbóreo
Meloncillo	15,00	4,73	Arbustivo
Tala	12,50	3,94	Arbustivo
Tusca	11,00	3,47	Arbustivo
Poleo	7,50	2,36	Arbustivo
Piquillín	6,50	2,05	Arbustivo
Atamisqui	5,50	1,73	Arbustivo
Molle	3,75	1,18	Arbustivo
Teatín	3,50	1,10	Arbustivo
Quimil	1,81	0,57	Arbustivo
Jarilla	1,81	0,57	Arbustivo
Pata	1,36	0,43	Arbustivo
Abriboca	1,00	0,32	Arbustivo
Total	317,23		

La más abundante del estrato arbóreo es el quebracho blanco. En orden decreciente le siguen el duraznillo, mistol, quebracho colorado y algarrobo negro.

El duraznillo, una especie generalmente considerada arbustiva, fue incluido entre las arbóreas secundarias por el porte encontrado en los ejemplares muestreados.

En el estrato arbustivo el meloncillo, tala y tusca son los más representados, seguidos por el poleo, piquillín, atamisqui y molle, en tanto que las restantes arbustivas tienen poca representación.

Considerando que la producción maderera con valor comercial se concentra en las especies arbóreas, en el Tabla 3 se han agrupado los resultados de las relaciones de densidad entre las especies principales y secundarias del estrato arbóreo.

Tabla 3. Densidad absoluta y relativa de las especies del estrato arbóreo.

Especie	Densidad Absoluta (N°/ha)	Densidad Relativa (%)
Quebracho blanco	147,00	59,76
Duraznillo	26,50	10,77
Mistol	25,00	10,16
Quebracho colorado	24,50	9,96
Algarrobo negro	17,50	7,11
Brea	3,00	1,22
Sombra de toro	2,50	1,02
Total	246,00	

3.3. Dominancia y Frecuencia

La dominancia absoluta y relativa, expresada en términos de área basal, se presenta en el Tabla 4, donde se han incluido solo las especies arbóreas de uso maderero.

Tabla 4. Dominancia y frecuencia, absoluta y relativa, de las especies arbóreas.

Especie	Do. absoluta (m ² /ha)	Do. relativa (%)	Fr. absoluta	Fr. relativa (%)
Quebracho blanco	3,04	44,97	0,79	40,91
Quebracho colorado	2,16	31,95	0,26	13,21
Mistol	0,87	12,87	0,23	11,60
Algarrobo negro	0,32	4,73	0,51	26,42
Duraznillo	0,32	4,73	0,11	5,80
Brea	0,03	0,44	0,02	0,97
Sombra de toro	0,02	0,30	0,02	0,97
Total	6,76		1,94	

Las especies dominantes son el quebracho blanco y el quebracho colorado, que aportan el 76,92 % del área basimétrica. Se observa que el quebracho colorado, ubicada en cuarto lugar por su abundancia, pasa a ser el segundo en dominancia, desplazando al duraznillo y mistol.

La cuantificación de la presencia o ausencia de las especies dio como resultado los consignados en la Tabla 4. Cuanto más próximo a 1 es el valor de Fr absoluta, más uniforme es su distribución.

3.4. Importancia de las especies en la estructura horizontal

La especie más importante por su distribución espacial es el quebracho blanco, siguiéndole el quebracho colorado, algarrobo negro, mistol, duraznillo y las restantes secundarias. (Figura 1)

El algarrobo negro y mistol tienen un IH similar, debido a que la segunda registra mayores valores de dominancia por sus fustes más gruesos y en mayor número.

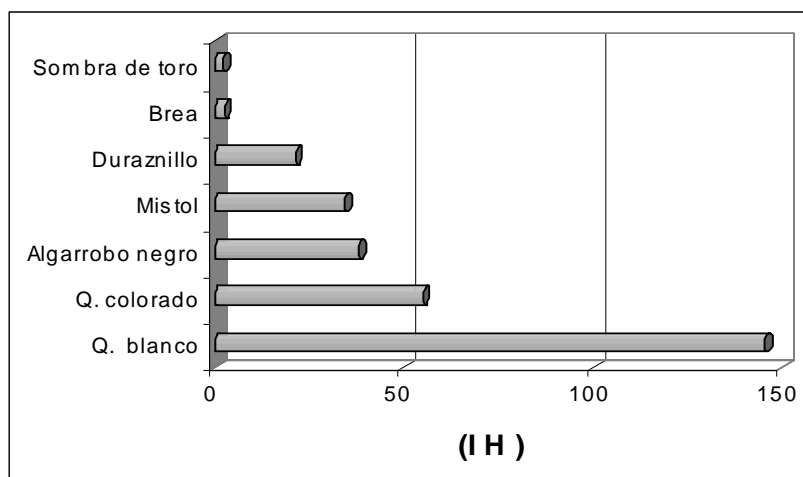


Figura 1. Importancia de las especies en la estructura horizontal (IH).

3.5. Estructura vertical

Los límites de los subestratos 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 (Tabla 5).

Tabla 5. Valor fitosociológico (VF) de cada subestrato.

Sub-Estrato	Nº /ha	VF (%)	VF simplificado
Inferior (<6m)	137,5	55,8	5,6
Medio (6 –10m)	81,0	32,7	3,3
Superior (>10m)	28,5	11,5	1,1
Total	246,0	100	10

Con los VFs se calculó el índice de Posición Sociológica (PS). Su significado es el de un valor medio ponderado de la expansión vertical que tiene la especie. La Posición sociológica absoluta (PS) es la suma de los productos (VF*n) de los tres subestratos (Tabla 6).

Tabla 6. Posición sociológica absoluta y relativa de las especies.
(S_i <6 m ; S_m 6 m-10 m; S_s >10m)

Especie	Sub-Estrato Inferior			Sub-Estrato Medio			Sub-Estrato Superior			PS	PS
	N	VF	VF*n	N	VF	VF*n	N	VF	VF*n	Abs.	(%)
Q. blco	76,0	5,6	425,6	66,5	3,3	219,4	8,0	1,1	8,8	653,8	60,3
Duraznillo	25,5	5,6	142,8	1,0	3,3	3,3	0,5	1,1	0,55	146,6	13,5
Mistol	16,0	5,6	89,6	7,5	3,3	24,7	1,5	1,1	1,65	116,0	10,7
Algarrobo	13,5	5,6	75,6	4,0	3,3	13,2	---	1,1	---	88,8	8,1
Q. col.	4,0	5,6	22,4	2,0	3,3	6,6	18,5	1,1	20,35	49,35	4,5
Brea	2,5	5,6	14,0	0,5	3,3	1,6	---	1,1	---	15,65	1,4
S. de toro	2,5	5,6	14,0	---	3,3	---	---	1,1	---	14	1,2
Total	140			81,5			28,5			1084,3	

La especie con mayor PS es el quebracho blanco. Las ubicadas en segundo, tercer y cuarto lugar (duraznillo, mistol y algarrobo negro) son de menor valor económico. El quebracho colorado, clasificada como especie principal en los bosques chaqueños, se ubica en quinto lugar debido a su poca presencia en los subestratos inferior y medio, aunque está mejor representado en el superior.

3.6. Estructura de la regeneración natural

La densidad de la regeneración de las principales especies se presenta en forma inversa con relación a este mismo parámetro en el estrato arbóreo (Tabla 3). El quebracho colorado supera en seis veces al quebracho blanco, siguiendo el mistol. En relación con la Frecuencia, se reitera el mismo orden. Se observa también que el mistol tiene mejor distribución que el algarrobo negro (Tabla 7).

Tabla 7. Densidad y frecuencia, absoluta y relativa, de la regeneración natural.

Especie	Densidad absoluta (N°/ha)	Densidad relativa (%)	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa (%)
Quebracho colorado	4600	77,57	0,39	60,00
Quebracho blanco	780	13,15	0,15	23,08
Mistol	265	4,47	0,04	6,15
Brea	125	2,11	0,03	4,62
Algarrobo negro	80	1,35	0,02	3,08
Sombra de toro	45	0,76	0,01	1,54
Duraznillo	35	0,59	0,01	1,54
Total	5.930		0,65	

3.7. Clases de tamaño

Al considerar la distribución de tamaños de los renovales, el análisis se hizo agrupando los individuos en clases de altura (Tabla 8).

Tabla 8. Número de individuos por clases de tamaño de la regeneración natural.

Especie	Clase I	Clase II	Clase III	Total
Quebracho colorado	3.890	535	149	4.600
Quebracho blanco	555	185	48	780
Mistol	80	115	70	265
Brea	95	25	5	125
Algarrobo negro	20	60	---	80
Sombra de toro	45	---	---	45
Duraznillo	35	---	---	35
Total	4.720	920	272	5.930

Para calcular las clases de tamaño relativas, se aplicó el mismo criterio que para la Posición Sociológica. Se atribuyó un valor fitosociológico a cada clase de altura, utilizado luego para calcular el índice denominado Clase de Tamaño Absoluta y Relativa (Tabla 9).

Tabla 9. Clases de tamaño de la regeneración natural.

Especie	CLASE I			CLASE II			CLASE III			CT Abs.	CTR (%)
	N	VF	VF*n	n	VF	VF*n	n	VF	VF*n		
Q. colorado	3890	8	31120	535	1,5	802,5	175	0,5	8,75	31931,25	81,44
Q. blanco	555	8	4440	185	1,5	277,5	40	0,5	20	4737,5	12,08
Mistol	80	8	640	115	1,5	172,5	70	0,5	35	847,5	2,16
Brea	95	8	760	25	1,5	37,5	5	0,5	2,5	800	2,04
Sombra de toro	45	8	360		1,5			0,5		360	0,92
Duraznillo	35	8	280		1,5		---	0,5	---	280	0,71
Algarrobo	20	8	160	60	1,5	90	---	0,5	---	250	0,64
Total	4720			920			290			39206,25	100

El índice Clase de Tamaño de la regeneración natural compara la distribución vertical de los renovales.

3.8 Regeneración natural relativa

Este índice reúne en un solo cálculo la media aritmética de los parámetros obtenidos anteriormente (Tabla 10).

Tabla 10. Regeneración natural relativa de las especies.

Especie	Fr. relativa	Ab. relativa	CT relativas	RNR
Q. colorado	60,00	77,57	81,44	73,00
Q. blanco	23,08	13,15	12,08	16,10
Mistol	6,15	4,47	2,16	4,26
Alg. Negro	3,08	1,35	0,64	1,69
Sombra de toro	1,54	0,76	0,92	1,07
Brea	4,62	2,11	2,04	2,92
Duraznillo	1,54	0,59	0,71	0,95

Este indicador revela que en la regeneración natural el q. colorado tiene una importancia cuatro veces mayor que el q. blanco en este aspecto.

3.9. Importancia horizontal y vertical (IH+V)

Los resultados de este índice se resumen en la Figura 2. Esta expresión define la jerarquía de las especies, manteniéndose siempre el quebracho blanco como la más importante. Le sigue el quebracho colorado por la favorable situación que presenta su regeneración.

El algarrobo y el mistol prácticamente ocupan la misma jerarquía, aunque el mistol tiene una mejor distribución vertical y mejores posibilidades en la regeneración. La participación horizontal y vertical del duraznillo le asignan una importancia significativamente mayor que las otras especies secundarias.

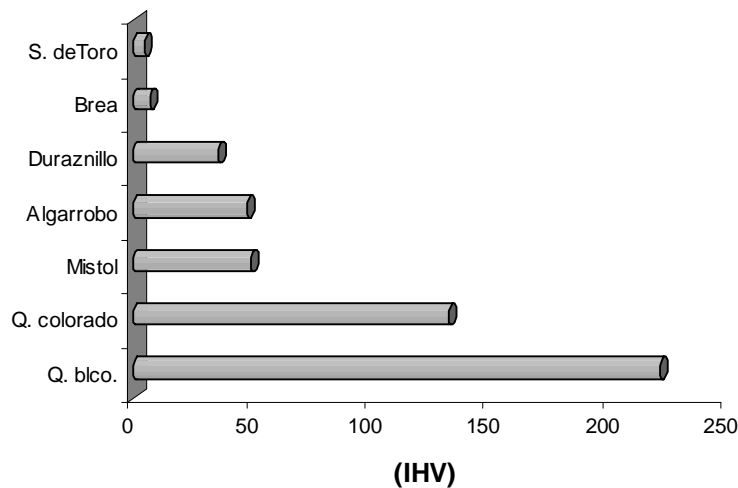


Figura 2. Índice de importancia horizontal y vertical (IHV).

Otro de los aspectos es el referido a la mortandad natural. La Tabla 11 muestra los resultados del conteo general realizado en las parcelas muestrales en términos absolutos y relativos.

Tabla 11. Número de individuos muertos por especie.

Especie	N° muertos /ha	Mortandad (%)
Algarrobo negro	55	58,82
Q. blanco	32	34,22
Q. colorado	4,5	4,81
Mistol	0	0,00
Sombra deToro	0	0,00
Brea	0,50	0,53
Duraznillo	1,50	1,60
Total	93,5	100

La mortandad representa un 93%, concentrada principalmente en el algarrobo negro y quebracho blanco. Entre las principales arbóreas, el quebracho colorado solo tiene un 5 % de pies muertos. Las restantes tienen menos del 2 %.

A fin de considerar este parámetro en la categorización de las especies, se sumaron los números inversos de la mortandad al IHV. Para poner en evidencia el tamaño de los pies afectados, se analizó este aspecto considerando el sustrato en que se encuentran los pies muertos, definiendo un VF de forma similar al calculado para el índice PS. Este nuevo índice se denomina Mortandad Relativa (MR).

A partir de esos resultados, se determinó el Índice de importancia ampliado a la mortandad relativa (IAMR) de las especies (Tabla 12), mediante la siguiente expresión:

$$\text{IAMR} = \text{IHV} + 1/\text{MR}$$

Tabla 12. Índice de importancia ampliado a la mortandad de las especies.

Especie	IHV	MR	1/MR	IAMR
Quebracho blanco	222,04	34,22	0,03	222,07
Quebracho colorado	132,67	4,81	0,21	132,88
Mistol	49,59	1,23	0,81	50,40
Algarrobo	48,14	58,82	0,02	48,16
Duraznillo	35,77	1,60	0,62	36,39
Brea	6,99	0,53	1,87	8,86
Sombra de toro	4,65	0,00	0,00	4,65

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Del total de 317,24 pies por ha, el 77,54 % corresponde al estrato arbóreo. A su vez, el 86,99 % son especies arbóreas y el 13,01 % el resto de las especies. El quebracho blanco presenta una densidad relativa del 60 %. El hecho de que esta especie constituya más del 50 % de la masa, es una situación típica de los bosques explotados (Brassiolo, *et al.* 1993). Gaillard de Benitez *et al.* (1988) verificaron que la forma de explotación produce ese tipo de cambios en la composición de las especies. En bosques con poca intervención, donde el quebracho colorado era la especie con mayor densidad y área basimétrica, fue superado por el quebracho blanco luego de 30 años del aprovechamiento, aumentando también la presencia de especies secundarias.

En la situación actual del bosque de La María, las especies principales (q. colorado y q. blanco) son las dominantes y determinantes del área basimétrica, representando el 76,92 % (5,2 m²), aunque es el q. blanco el que ocupa el primer lugar con un 45 % (3,04 m²) y el 32 % el q. colorado (2,16 m²). Según Sachtler (1977), bosques con áreas basimétricas entre 5,5 y 6 m²/ha

se pueden considerar como bosques en recuperación luego de la explotación. Grulke (1994) les asignó la denominación de quebrachal de alta densidad cuando presentan ese rango, en tanto cita que bosques productivos alcanzan alrededor de 8,5 m²/ha, con un límite inferior que puede estar en los 7 m²/ha (Brassiolo, 1997) en bosques aprovechables del Norte de la provincia de Santiago del Estero, en sitios con mayor potencial por las mayores precipitaciones.

La especie que más veces fue encontrada en las parcelas fue el quebracho blanco (40,91 %), mostrando tener una distribución más regular; luego el algarrobo negro (26,42 %) y en tercer lugar se ubicó el quebracho colorado (13,21 %) con falta de presencia en algunas áreas. Las especies menos frecuentes son las mismas que presentaron también menores valores de densidad. En los trabajos consultados no se encontró referencia con respecto a este parámetro.

Combinados en forma de sumatoria los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, en el índice IH, el quebracho blanco presenta el mayor valor (145,64), que resulta dos veces superior al quebracho colorado (55,12). En orden decreciente siguen el algarrobo negro, mistol, duraznillo, brea y sombra de toro. En los antecedentes sobre estudios de estructura de bosques chaqueños no se encontró un análisis en estos términos.

En la estructura vertical, la especie con mejor distribución es el quebracho blanco. En términos relativos tiene un valor 12 veces mayor que el quebracho colorado, sobre todo por la falta de individuos en las clases de tamaño inferiores e intermedias de esta última.

En la regeneración natural la especie más abundante fue el quebracho colorado, con un valor casi cinco veces mayor a la del quebracho blanco. Comparados con los resultados del Inventario de los Departamentos Copo y Alberdi (Thren y Zerda, 1994), es más abundante que la encontrada en el estrato 1 de bosques productivos, que el estrato 4 y que el estrato 5, con los cuales se puede comparar el bosque de La María.

Para el bosque en regeneración, Brassiolo (1997) contabilizó hasta 835 renovales/hectárea de quebracho colorado; pero se trata de un bosque expuesto al ganado. En un sitio bajo manejo silvopastoril, ubicado en el mismo campo experimental, el número de individuos de quebracho colorado (1857/ha) también fue mayor que el de quebracho blanco (862/ha) (Brassiolo *et al.*, 2000). Según este mismo autor, se necesita un mínimo de 100 renovales/hectárea de quebracho colorado de la clase III para considerar que existe una regeneración establecida y asegurada. En este caso existe un 50 % más que lo establecido por ese autor.

En la regeneración el quebracho colorado fue la especie más frecuente (60 %), muy por encima del quebracho blanco (23,08 %). Las restantes especies arbóreas tuvieron frecuencias relativas menores que 7 %. Los valores de frecuencias muestran una distribución bastante uniforme del quebracho colorado, aspecto que fue evaluado por Brassiolo *et al.* (2000) mediante diagramas de áreas vacías (Loetsch, 1973, citado por Brassiolo *et al.*, 2000)

La distribución de tamaños de la regeneración natural, valorada por CTR, presenta mayor regularidad en el quebracho colorado, con distribución decreciente del número de individuos desde la Clase I a la Clase III, lo que también fue verificado por Brassiolo *et al.* (2000) en un bosque similar.

Combinando los tres parámetros analizados para la regeneración natural (Fr; Ab y CT) en el índice RNR, el quebracho colorado se ubica en primer lugar, con un valor que supera al quebracho blanco en 4,5 veces.

Por la distribución horizontal, vertical y de la regeneración, el quebracho blanco es la especie más importante. Le sigue el quebracho colorado, favorecido por su regeneración. El algarrobo y el mistol prácticamente ocupan la misma jerarquía, aunque el mistol tiene una mejor distribución vertical y mejores posibilidades en la regeneración.

Las especies presentan diferencias significativas en su estructura, pero en conjunto los parámetros de la masa tipifican al bosque de La María como un bosque en regeneración con potencial para continuar evolucionando hacia un bosque aprovechable.

5. REFERENCIAS

- Araujo, P. A. 2003. "Bases para la gestión sostenible de bosques en regeneración del chaco semiárido". Tesis Doctoral. Escuela Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid.
- Brassiolo, M. M.; R. R. Renolfi; A. Gräfe y A. Fumagalli. 1993. "Manejo Silvopastoril en el Chaco Semiárido". En *Quebracho* 1:15 – 28.
- Brassiolo, M. M. 1997. "Zur Bewirtschaftung degradiertes Wälder im semiariden Chaco Nordargentiniens unter Berücksichtigung der traditionellen Waldweide". Tesis doctoral Albert-Ludwig Universität Freiburg, Alemania. 147 pp.
- Brassiolo, M. M.; R. Renolfi; P. A. Araujo; A. Fumagalli y O. L. Pranzoni. 2000. „Manejo Silvopastoril en el Chaco Semiárido Santiagueño". Informe final del proyecto de investigación presentado al CICYT-UNSE. 57 pp.
- Costa Neto, F. 1990. "Subsídios técnicos para un plano de manejo sustentado em áreas de Cerrado". Tesis de M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, MG, Brasil. 142 pp.
- FAO 1994. "El desafío de la ordenación forestal sostenible. Perspectivas de la silvicultura mundial". Roma.
- Finol, U. H. 1971. "Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales". *Revista Forestal Venezolana*, 14 (21): 29 - 42.
- Gaillard de Benitez, C; C. Robles y M. Pece. 1988. "Prueba de modelos descriptivos de distribuciones diamétricas en el Parque Chaqueño Seco" (Segunda Parte). Universidad Nacional de Santiago del Estero. 19 pp.
- Grukke, M. 1994. "Una propuesta de manejo silvopastoril para zonas del Chaco Salteño". Informe final de la práctica NADEL. Eidgenössische – Technische Hochschule Zürich. 150 pp.
- Hosokawa, R. T. 1986. "Manejo e economia de florestas". Roma, FAO. 125 pp.
- López, J. A.; P. A. Araujo; V. H. Acosta; J. A. Maldonado y S. A. Barrionuevo. 2001. "Evolución de la vegetación forestal en un bosque secundario del Chaco Semiárido". Proyecto de Investigación. CICyT – UNSE.
- Lorenz, G. 1995. "Caracterización ecológica de un suelo Eutric Regosol bajo bosque en el Chaco Semiárido, Argentina". En *Quebracho* 3:13 – 23.
- Mariscal Flores, E. J. 1993. "Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de mata atlântica secundária, Município de Viçosa, Minas Gerais". Tesis de Magister Scientiae. Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 165 pp.
- Mateucci, S. D. y A. Colma. 1982. "Metodología para el estudio de la vegetación". Washington, D.C. OEA. 168 pp.
- Mueller Dumbois, D. y H. Ellenberg. 1974. „Aims and methods of vegetation ecology". John Wiley & Sons. New York. 547 pp.
- Sachtler, M. 1977. "Inventario y Desarrollo Forestal del Noroeste Argentino (Plan NOA II). Reconocimiento Forestal en la Región Noroeste". FAO DP/ARG/70/536. Informe Técnico N° 1. Roma. 426 pp.
- Saraiva, C. L. M. 1988. "Desenvolvimento de um método de manejo de mata natural mista, pela utilização da distribuição de diâmetro". Viçosa, UFV, Tesis de Maestría. 147 pp.
- Serrada Hierro, R. 1997. "Apuntes de Silvicultura II". Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid.
- Thren, M. y H. R. Zerda. 1994. "Inventario Forestal de la Provincia de Santiago del Estero, Dptos Copo y Alberdi". Santiago del Estero, CFI, UNSE, GTZ, Fac. C. Ftales, Asoc. Coop. Fac. 120 pp.
- Valerio, J. 1997. "Intensidad de cosecha y ciclos de corta en el manejo de bosque natural". Simposio Internacional Posibilidades de manejo Forestal Sostenible en América Tropical. BOLFOR, CIFOR, IUFRO. Santa Cruz de la Sierra. 255 – 263.

Wadsworth, F. H. 2000. "Producción Forestal para América Tropical". Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710 pp.

