

NOTA TÉCNICA

Efectos de tratamientos silviculturales e intensidad de corta sobre la estructura y biodiversidad de un bosque alto del Chaco Húmedo

Effects of silvicultural treatments and felling intensity on the structure and biodiversity of a high forest of the Humid Chaco

S. M. Kees¹, M. M. Brassiolo², S. Toledo³ y P. L. Peri³

¹ Campo Anexo Estación Forestal Plaza - EEA INTA Sáenz Peña. Lote 4. Colonia Santa Elena. 3536. Presidencia de la Plaza. Chaco. Argentina. E-mail: kees.sebastian@inta.gob.ar

² Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA), Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero UNSE. Av. Belgrano (S) 1912 G4200ABT Santiago del Estero, República Argentina.

³ Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Mahatma Gandhi N°1322. Santa Cruz, Argentina.

Recibido en marzo de 2024; Aceptado en agosto de 2024

RESUMEN

El presente trabajo, busca conocer la respuesta de un bosque alto del Chaco Húmedo ante diferentes intervenciones silviculturales después de 19 años de efectuada la corta en términos de estructura y composición específica y sus variaciones. En una superficie de bosque de 5,4 hectáreas se combinaron dos métodos de corta (método de la masa, MM y método de árbol futuro, MAF) y dos intensidades de raleo (20 % y 33 %) en un diseño experimental de parcela dividida completamente aleatorizada con cuatro repeticiones. Se censaron todos los árboles vivos presentes con DAP mayor a 10 cm en 3 oportunidades, analizándose la estructura horizontal (abundancia, frecuencia, dominancia, distribuciones diamétricas e índice de valor de importancia) y la biodiversidad forestal mediante los índices de Shannon Wiener, Simpson y el Cociente de Mixtura. Los resultados muestran que independientemente del método e intensidad de corta no se generaron modificaciones importantes en la estructura horizontal del bosque, pero se logró mejoras en términos de biodiversidad forestal. Las especies esciófitas fueron las más favorecidas por la intervención. Teniendo en cuenta el método, el MAF presentó mejores resultados que el MM.

Palabras Clave: biodiversidad, bosques nativos, composición, método.

ABSTRACT

The present work seeks to know the response of the high humid Chaco Forest to different silvicultural interventions that occurred 19 years ago in terms of structure, specific composition and their variations. In an area of 5.4 hectares of forest, two silvicultural methods (mass method, MM and future tree method, FTM) and two thinning intensities (20% and 33%) were combined into a completely randomized experimental split plot design with four replicates. All live trees with a DBH higher than 10 cm were censused three times, and the horizontal structure (abundance, frequency, dominance, diameter distributions and importance value index) and forest biodiversity were analyzed using the Shannon Wiener, Simpson indices and the Mixture Quotient. The results show that regardless of the felling method and its intensity, none important modification occur in the horizontal forest structure though improvements of forest biodiversity do happen being the sciophyte species the most favored by the intervention. As to the method, it may be said the FTM yields better results than the MM.

Key words: biodiversity, native forests, composition, method

1. INTRODUCCIÓN

La implementación de conceptos del manejo forestal sustentable requiere de procesos reiterativos e interactivos (Grulke *et al.*, 2007). Tradicionalmente, en la provincia de Chaco, la normativa propone como práctica silvicultural el manejo según diámetro mínimo de corta, y si bien se establece la posibilidad de realizar cortas intermedias basadas en la distribución ideal para bosques irregulares, estas cortas normalmente no se ejecutan. Por lo tanto, bajo estas prácticas de aprovechamiento, no están aseguradas las condiciones necesarias para garantizar la productividad futura del bosque ya que no se garantiza el buen desarrollo de los individuos jóvenes ni un buen control de la intensidad del aprovechamiento (Wadsworth 2000, Peri *et al.* 2021, Miller y Smith 1993),

En relación a estos aspectos de uso y manejo la Ley Nº 26.331 define en su Artículo 4º al manejo sostenible como aquella organización, administración y uso de los bosques nativos de forma e intensidad que permita mantener su biodiversidad, productividad, vitalidad, potencialidad y capacidad de regeneración, para atender, ahora y en el futuro, las funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes en el ámbito local y nacional, sin producir daños a otros ecosistemas, manteniendo los servicios ambientales que prestan a la sociedad (Peri *et al.* 2021). En este contexto y de acuerdo con Peri *et al.* (2021), las nuevas propuestas de manejo deben ser analizadas considerando la composición florística, el crecimiento y la estructura, abarcando periodos de tiempo similares a la duración de los ciclos de corta teóricos propuestos para bosques del Chaco Húmedo, para poder determinar el sistema más apropiado a cada situación, debido a que no existen estudios que evalúen el efecto del manejo sobre la estructura y composición específica del bosque alto húmedo del Chaco en tiempos compatibles con un ciclo de corta.

El presente trabajo, busca conocer la respuesta del bosque ante diferentes intervenciones silviculturales en términos de la estructura y composición específica del mismo y su respuesta a la intervención silvicultural.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en un bosque de la Estación Forestal Plaza, Campo Anexo de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Sáenz Peña, ubicada a los 59º 48' de Longitud O y 26º 56' de Latitud S, a 75 m s.n.m., (Figura 1) en el extremo oeste del Distrito Chaqueño Oriental (Cabrera, 1971). Dentro de "Las Grandes Unidades de Vegetación y Ambiente del Chaco Argentino", se describen once Subregiones en la provincia de Chaco y trece Grandes Tipos Forestales; el área estudiada pertenece a la Subregión de "Esteros, Cañadas y Selvas de Rivera" y al Tipo Forestal "Río de Oro"; de aproximadamente 16.773 km². Enorme relieve fluvial, muy joven, elaborado por el sistema de ríos autóctonos de la llanura chaqueña (Río de Oro, ríos Guaycurú, Cangüí, Tragadero y Negro). El modelo de vegetación es el más heterogéneo del Chaco, con varios tipos de bosques, pastizales y pajonales (Morello y Adámoli, 1974). El clima es cálido, subtropical con estación seca. La temperatura promedio anual es de 21,5 °C, con una media en el mes más frío, julio de 15 °C, y una mínima media, también en el mes de julio, de 7 °C. El periodo libre de heladas es de 320 a 350 días por año (INTA, 2006). El bosque se encuentra sobre la serie Plaza (Pp), un Natrustalf Mólico, del orden de los Alfisoles. Sus principales problemas son escaso espesor del horizonte superficial donde se acumula la materia orgánica y un horizonte lixiviado que se encuentra cerca de la superficie, fuertemente sódico y moderadamente salino (Ledesma, 1992).

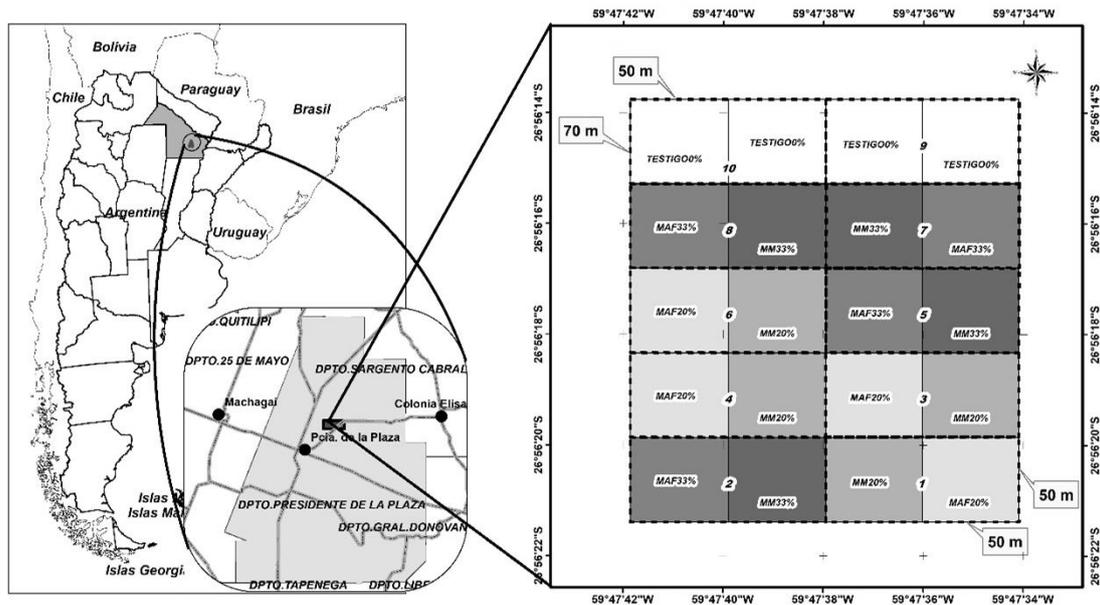


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio (izquierda) y diseño experimental aplicado al estudio (derecha).

1.2. Metodología

La superficie del trabajo fue de 5,4 ha en la que se probaron dos tratamientos de raleo combinado con dos métodos de raleo dispuesto en un diseño experimental de parcela dividida completamente aleatorizada y 4 repeticiones, donde los tratamientos principales ocupan la parcela de 1 ha y los métodos las subparcelas de 0,5 ha (Figura 1). Las intensidades de extracción representaron 20 % y 33 % del área basal (G) de la parcela. A su vez en las subparcelas se aplicaron dos métodos diferentes para elección de los individuos a extraer. Uno de ellos estuvo orientado por la curva de distribución ideal, o Método de la Masa (MM) para lo cual se aplicó el procedimiento propuesto por Schütz 1989 (citado por Grulke, 1994) y luego se seleccionaron los individuos de las clases diamétricas mayores, cortables; cuando fue necesario se completó el porcentaje preestablecido con pies sobrantes de las clases diamétricas inferiores. El otro método denominado Método del Árbol Futuro (MAF) (Grulke *et al.* 2007) se basó en la liberación de árboles de futura cosecha priorizando ejemplares a promocionar y cortando el competidor más cercano hasta completar el porcentaje de extracción de área basal.

Se censó cada sub parcela en los años 2003 (pre corta), 2004 (corta) y 2022 (post corta) relevando los pies vivos de todas las especies con DAP mayor a 10 cm. A partir de estos datos, se calculó el Índice de Valor de Importancia de cada especie (IVI) [ecuación 1] como la sumatoria de la abundancia (AB), la frecuencia (FR) y la dominancia (DO) relativas, el cual, es un valor ponderado de la estructura de un bosque y se emplea para jerarquizar la dominancia de cada especie presente (Finol, 1971).

$$[1] \quad IVI = (AB (\%) + DO (\%) + FR (\%))/3$$

Donde:

AB (%) = abundancia relativa de cada especie respecto de la abundancia total de todas las especies

FR (%) = frecuencia relativa de cada especie respecto de la suma de todas las frecuencias

DO (%) = dominancia relativa de cada especie respecto del área basal o dominancia del bosque

Para graficar la estructura horizontal se utilizaron curvas de distribución de frecuencias diamétricas para diferentes años y son una representación muy potente de una comunidad de árboles para evaluar su dinámica y sustentabilidad (Pond y Froese, 2015).

El análisis estadístico de los datos se efectuó con el software Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

Se analizó la biodiversidad forestal por medio los Índices de Shannon – Wiener [ecuación 2], Simpson [ecuación 3] y del cociente de mezcla (CM) [ecuación 4].

El índice de biodiversidad (H') de Shannon-Wiener:

$$[2] \quad H' = \frac{N \times \ln(N) - \sum_{i=1}^n [ni \times \ln(ni)]}{N}$$

Dónde:

N = nº total de individuos; ni = número de individuos de la especie i ; n = número de especies; \ln = logaritmo neperiano.

El índice de Simpson

$$[3] \quad DS = 1 - L,$$

siendo:

$$L = \left[\frac{\sum_{i=1}^n ni \times (ni - 1)}{N \times (N - 1)} \right]$$

El Cociente de Mezcla, conocido también como Cociente de Mixtura de Jentsch:

$$[4] \quad CM = \frac{S}{N}$$

Donde:

S = Número total de especies en el muestreo.

N = Número total de individuos en el muestreo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se presentan las especies relevadas y discriminadas por el temperamento e interés comercial de las mismas. Las de temperamento robusto (típicamente heliófilas, colonizadoras) requieren ligera protección contra los golpes de sol y las heladas que logran con la vegetación herbácea natural y los árboles que crecen diseminados en áreas en vías de regeneración, se diseminan por el viento y/o por los animales. Las de especies de temperamento medio, requieren mayor protección en relación con las del primer grupo, condición que encuentran en bordes de

bosques, caminos, chacras o bien en pequeñas abras internas que no responden a condiciones edáficas desfavorables, sino que resultan de la eliminación del monte y las especies de temperamento delicado que pueden ser afectadas severamente por las heladas durante los primeros años de vida (Valentini, 1978; Wenzel y Hampel 1998).

Tabla 1. Listado de especies censadas y su interés comercial durante el periodo.

Nombre vulgar	Nombre científico	Familia	Interés comercial	Temperamento
Espina corona	<i>Gleditsia amorphoides</i>	Fabáceas	Si	Delicado
Francisco Álvarez	<i>Pisonia zapallo</i>	Nictagináceas	Si	Delicado
Guayaibi	<i>Cordia americana</i>	Borraginaceas	Si	Delicado
Ibira pita i	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Poligonáceas	Si	Delicado
Carandá	<i>Neltuma kuntzei</i>	Fabáceas	Si	Robusto
Palo lanza	<i>Phyllostillon rhamnoides</i>	Ulmáceas	Si	Delicado
Palo mora	<i>Maclura tinctoria</i>	Moráceas	Si	Delicado
Palo piedra	<i>Diplokeleba floribunda</i>	Sapindáceas	Si	Delicado
Urunday	<i>Astronum balansae</i>	Anacardiáceas	Si	Medio
Tembetari	<i>Zanthoxylum hyemalis</i>	Rutáceas	No	
Garabato	<i>Senegalia praecox</i>	Leguminosas	No	
Ñangapirí	<i>Eugenia uniflora</i>	Mirtáceas	No	
Cocu	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindáceas	No	
Lapacho	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	Bignoniáceas	Si	Delicado
Quebracho blanco	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	Apocináceas	Si	Robusto
Tala	<i>Celtis tala</i>	Cannabáceas	No	
Catigua	<i>Trichilia catigua</i>	Meliáceas	No	
Guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	Fabáceas	Si	Robusto
Saucillo	<i>Acanthosyris falcata</i>	Cervantesiáceas	No	
Algarrobo negro	<i>Neltuma nigra</i>	Fabáceas	Si	Robusto
Arachichú	<i>Rollinia emarginata</i>	Anonáceas	No	
Canelón	<i>Myrsine laetevirens</i>	Primuláceas	No	
Coronillo	<i>Scutia buxifolia</i>	Rhamnáceas	No	
Molle	<i>Schinus fasciculatus</i>	Anacardiáceas	No	
Naranjillo	<i>Zanthoxylum naranjillo</i>	Rutáceas	No	
Ombú	<i>Phytolacca dioica</i>	Fitolacáceas	No	
Palo borracho	<i>Ceiba speciosa</i>	Malváceas	No	
Palo tinta	<i>Achatocarpus praecox</i>	Achatocarpáceas	No	
Quebracho colorado	<i>Schinopsis balansae</i>	Anacardiáceas	Si	Robusto
Sacha membrillo	<i>Capparicordis tweediana</i>	Capparáceas	No	

Seguidamente en la Tabla 2, se observa que tanto la densidad como el área basal en las parcelas testigo han disminuido fuertemente durante el tiempo transcurrido, mientras que el proceso inverso se dio en las parcelas intervenidas.

Teniendo en cuenta los valores citados por Gómez y Kees (2005) y Brassiolo *et al.*, (2009), y considerando los valores de la Tabla 2, podemos afirmar que como situación inicial se trata de un bosque en estado de sobremadurez, con elevada área basal, y gran cantidad de pies en clases diamétricas superiores. Por otro lado, en las áreas intervenidas, la corta determinó que los valores medios de densidad final fueron mayores que los registrados incluso antes de la intervención, aunque el área basal media todavía sigue siendo sensiblemente menor a los valores pre corta. En este sentido se aclara que no se han cortado todos los ejemplares de las clases diamétricas superiores para no sobrepasar los límites de extracción propuestos para cada intensidad. Los resultados indican que la corta ha favorecido mayor densidad de individuos al regular la competencia en general y ha promovido la recuperación de gran parte del área basal extraída después de 19 años de efectuada la intervención. En contraste, en las áreas sin intervención (Testigo), la ausencia de cortas ha generado una disminución tanto en la frecuencia como en área

basal, reflejando algunos efectos nocivos de la elevada competencia sobre la estructura y crecimiento de los bosques en estados de sobre madurez.

Tabla 2. Densidad media y área basal media por clase diamétrica de las áreas con y sin intervención para los años 2003, 2004 y 2022.

Año	clase diamétrica											Total	Parámetro
	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5		
Testigo													
2003	158	73	62	39	41	24	21	6	5	1	4	434	Ind/ha
	1,94	1,75	2,47	2,29	3,38	2,68	2,94	1,14	1,08	0,37	1,10	21,14	m ² /ha
2022	84	61	34	36	26	24	17	9	6		1	297	Ind/ha
	1,03	1,46	1,33	2,12	2,13	2,68	2,43	1,52	1,24	0,00	0,31	16,26	m ² /ha
Con intervención													
2003	137	68	47	34	32	21	11	9	4	4	3	368	Ind/ha
	1,68	1,63	1,87	2,02	2,65	2,26	1,56	1,64	0,76	0,97	0,84	17,89	m ² /ha
2004	125	58	43	30	28	15	8	5	1	2	2	315	Ind/ha
	1,53	1,40	1,69	1,78	2,30	1,68	1,10	0,84	0,22	0,45	0,46	13,46	m ² /ha
2022	159	73	53	35	30	21	10	6	2	1	2	389	Ind/ha
	1,95	1,75	2,09	2,06	2,45	2,29	1,35	1,06	0,43	0,13	0,61	16,17	m ² /ha

3.1. Índice de valor de importancia

Las especies con mayor IVI en cada tratamiento (Tabla 3) fueron especies de temperamento delicado, características de este tipo de bosques y que determinan en gran parte la respuesta de los mismos frente a la corta. Los valores calculados para Guayaibi no tuvieron una distribución que se pueda atribuir al método o intensidad de corta. Sin embargo, Palo lanza tuvo incrementos en todos los casos a excepción del MM con el 33 % de extracción del área basal. Espina corona por otro lado, incrementó los valores de IVI solo en el testigo y en los tratamientos con intensidades de corta leves reforzando de este modo lo observado por Wenzel y Hampel, (1998) y Valentini (1978) que es propia de estados sucesionales avanzados; mientras que Ibirá pitá í disminuyó su participación porcentual en todos los tratamientos. La especie Francisco Álvarez, por su parte, registró incrementos de IVI en todas las situaciones.

Los resultados del IVI por especie y tratamiento, en general, concuerdan con lo expresado por Wenzel y Hampel (1998), en que hay una reacción negativa de la regeneración y crecimiento de las especies de temperamento robusto frente a intervenciones de intensidad moderadas (Tabla 3).

Es decir que estas especies, en este ensayo, no fueron favorecidas. Además, de acuerdo con Hampel (2000), con intervenciones moderadas de hasta el 30% de extracción del área basal, este bosque conserva su estructura manteniendo su productividad.

Tabla 3. Índice de Valor de Importancia de las especies según tratamiento.

Especies	TESTIGO		MAF20		MM20		MAF33		MM33	
	2004	2022	2004	2022	2004	2022	2004	2022	2004	2022
Guayaibí	15,2	14,1	20,0	17,4	12,6	23,1	16,7	14,8	20,9	22,0
Espina corona	19,5	23,5	16,0	16,3	7,6	11,4	17,0	15,0	22,1	17,3
Palo lanza	9,9	15,4	14,4	18,8	8,0	19,4	11,8	12,1	16,3	15,8
Ibirá pita i	12,0	10,4	12,0	9,8	20,0	10,5	10,6	7,9	14,9	10,4
Francisco Álvarez	3,6	5,3	0,8	6,7	5,4	5,9	3,2	9,4	2,2	7,0
Tembetari	6,0	2,6	2,1	1,1	3,5	1,6	2,2	3,4	0,4	3,8
Palo piedra	2,0	2,4	1,4			2,8	4,8	4,2	3,4	3,6
Quebracho blanco	7,6	7,3	5,1	5,3	5,0	5,0	8,5	6,8	4,0	3,0
Garabato	3,2	0,8	2,7	2,8	1,8	3,6	2,8	2,5	2,7	2,9
Ñangapirí	3,7	3,1	4,3	4,1	3,9	4,4	4,3	4,3	4,3	2,9
Cocú	2,6	2,5	2,7	0,9	3,0	1,7	3,8	2,0	1,3	2,1
Lapacho	0,8	1,0			2,6	0,9	0,9	0,8	2,5	2,1
Urunday	0,9	1,2	5,5	8,2	4,1	3,6	5,1	5,0		1,8
Tala		0,8		1,0		0,8	0,9	0,8		1,0
Carandá	2,9	2,0	1,8	1,0	1,0	1,0		0,8	1,2	1,0
Catigua		0,8								0,9
Guayacán	4,3	3,4	4,6	3,8	5,4	3,4	4,2	3,7	1,2	0,9
Palo mora		1,6			12,3		0,9	1,7		0,8
Saucillo			0,9					0,8		0,8
Algarrobo negro			1,7	1,0						
Arachichú				0,9						
Canelón			0,8							
Coronillo	0,7							0,8		
Molle			0,8				0,8			
Naranjillo		0,8						0,8		
Ombú	0,8				1,5			0,8	1,3	
Palo borracho						0,8		0,8		
Palo tinta	2,8	0,0	0,9		0,8		1,6	0,9	1,2	
Quebracho colorado	0,9	1,0	1,4	0,9						
Sacha membrillo	0,7				1,5					

3.2. Distribuciones diamétricas

Considerando el método, para el MAF en ambas intensidades (Tabla 4), la densidad final (2022) fue menor a la registrada antes de la corta (4 % a 6 %), y superior a la del año 2004, luego de la corta. Por otro lado, para el MM en ambas intensidades, las densidades al año 2022 fueron mayores que la de los años 2003 y 2004 (15 %). Teniendo en cuenta las intensidades, para las del 33 % hay mayor densidad en las clases diamétricas inferiores y menor cantidad respecto de los valores iniciales en las clases diamétricas superiores. Ahora bien, para el testigo, la densidad fue menor en general y particularmente en casi todas las clases diamétricas. Esto refleja que las especies del bosque, en su mayoría esciófitas, han respondido satisfactoriamente a la intervención silvícola mediante la incorporación de mayor cantidad de reclutamiento y con mayores tasas de crecimiento que las registradas en las parcelas no intervenidas.

Se puede observar que, en todas parcelas intervenidas (Figura 2 a, b, c y d), se ha conservado una estructura de tipo irregular, durante el periodo analizado, mostrando que en estos casos luego del aprovechamiento las curvas siguen aproximadamente la distribución inicial, además, reflejan la gran incorporación de individuos en las clases inferiores, pudiendo asumir, también, el paso de individuos a través de las clases intermedias. Además, se visualiza que se trata de una estructura de bosque irregular, con independencia del método de selección aplicado; y en todos los casos de parcelas intervenidas, la distribución diamétrica, muestra que el bosque se encuentra

en estadios sucesionales avanzados de acuerdo con Arteaga (1987) citado por Ramirez Quirama y Grajales (2005).

Tabla 4. Frecuencias de clase diamétrica de cada tratamiento para los años 2003, 2004 y 2022.

Año	Clase diamétrica (cm)											Suma	Método / Intensidad
	12,5	17,5	22,5	27,5	32,5	37,5	42,5	47,5	52,5	57,5	62,5		
2003	151	61	55	41	32	22	11	11	5	5	2	396	MAF 20%
2004	146	58	53	32	28	19	10	6	2	4	2	360	
2022	145	65	54	41	27	23	12	8	3		3	381	
2003	127	73	32	34	33	24	10	10	5	4	4	356	MAF 33%
2004	102	51	24	29	21	12	7	7	1	3	3	260	
2022	142	55	49	22	28	17	5	10	2		4	334	
2003	128	60	59	32	32	17	14	7	3	5	2	359	MM 20%
2004	127	59	56	31	31	15	12	5	1		1	338	
2022	158	86	51	41	37	21	12	3	3	2	1	415	
2003	141	77	42	29	31	19	9	9	1	1	3	362	MM 33%
2004	123	65	37	28	31	15	2	1				302	
2022	189	85	56	35	26	22	9	3				425	
2003	158	73	62	39	41	24	21	6	5	1	4	434	TESTIGO
2022	84	61	34	36	26	24	17	9	6		1	297	

En el caso de las parcelas sin intervención (Figura 3) si bien, hay una clara disminución en las frecuencias por clase diamétrica, se mantuvo una estructura irregular todavía representativa de un bosque natural heterogéneo y disetáneo según lo expresado por Fonseca y Serret (2020). Además, también se visualiza que no se puede sostener la densidad inicial del bosque, lo cual, posiblemente se deba a la mortalidad, el ingreso de renovales, la regeneración natural avanzada, y a la elevada competencia, constituyendo principalmente la respuesta de las especies umbrófilas a la falta de intervención silvicultural.

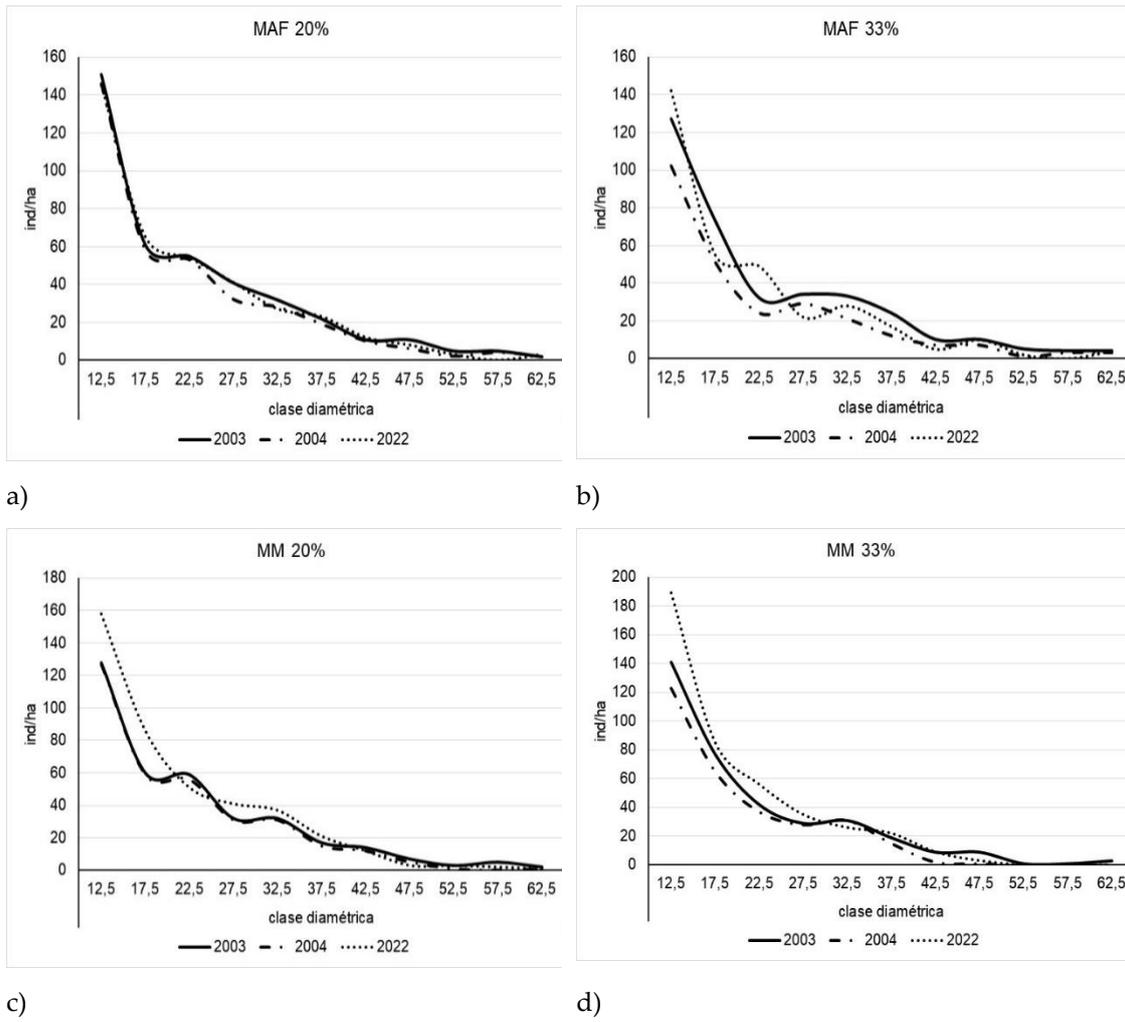


Figura 2. Distribuciones diamétricas de las parcelas intervenidas en 2003, 2004 y 2022.

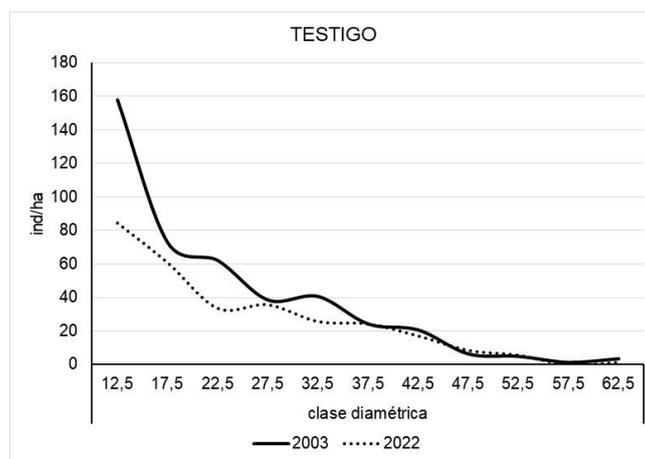


Figura 3. Distribución diamétrica de las parcelas sin intervención para el año 2003 y 2022.

3.3. Índices de biodiversidad forestal

Los valores hallados de los índices Shannon - Wiener, Simpson y CM fueron superiores a los citados por Gómez *et al.*, (2013) (1,76; 0,22 y 0,03 respectivamente) para un bosque secundario aledaño al área de estudio. Además, estos resultados se encuentran dentro del rango citado por Giménez *et al.* (2011) (rango: 0,63 - 2,07) (Tabla 5).

Mediante la prueba de Shapiro Wilk, se evaluó la normalidad de los datos, la cual arrojó valores de p (unilateral) de 0,8218; 0,1068 y 0,258 para el índice de Shannon Wiener, índice de Simpson y la transformación del Cociente de Mixtura (LN_CM), respectivamente.

Según los resultados mostrados en la Tabla 6, solo hubo diferencias significativas respecto a la interacción entre Intensidad y Método de corta para los índices de Shannon Wiener y Simpson.

Para LN_CM, las diferencias halladas no se relacionan a la corta, sino al momento o estadio sucesional del bosque, donde el número de especies y su densidad cambian de modo paulatino en tiempo y espacio

Tabla 5. Resumen estadístico de Índices de biodiversidad.

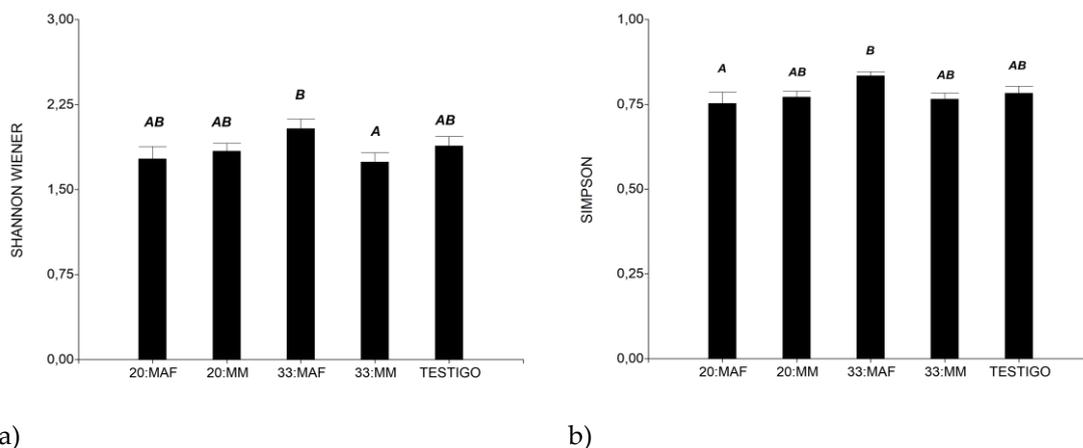
Estadística descriptiva			
Método	Variable	Media	D.E.
MAF	Shannon Wiener	1,9	0,3
MAF	Simpson	0,79	0,08
MAF	CM	0,13	0,04
MM	Shannon Wiener	1,79	0,21
MM	Simpson	0,77	0,05
MM	CM	0,12	0,05
TESTIGO	Shannon Wiener	1,89	0,23
TESTIGO	Simpson	0,78	0,06
TESTIGO	CM	0,1	0,04
Año			
2004	Shannon Wiener	1,88	0,27
2004	Simpson	0,79	0,06
2004	CM	0,13	0,05
2022	Shannon Wiener	1,83	0,25
2022	Simpson	0,77	0,06
2022	CM	0,11	0,04
Intensidad			
0	Shannon Wiener	1,89	0,23
0	Simpson	0,78	0,06
0	CM	0,1	0,04
20	Shannon Wiener	1,8	0,25
20	Simpson	0,76	0,07
20	CM	0,12	0,04
33	Shannon Wiener	1,89	0,27
33	Simpson	0,8	0,05
33	CM	0,13	0,05

Tabla 1. Análisis de la Varianza de los índices según método intensidad y años de relevamiento.

FV	Shannon Wiener	Simpson	LN_CM
Intensidad	F:0,63; p-valor: 0,53	F:4,37; p-valor: 0,22	F:1,19; p-valor: 0,32
0	1,89 a	0,78 a	-2,35 a
20	1,80 a	0,76 a	-2,18 a
33	1,89 a	0,8 a	-2,12 a
Método	F:0,63; p-valor: 0,53	F:1,43; p-valor: 0,24	F:0,65; p-valor: 0,43
Testigo	1,89 a	0,78 a	-2,35 a
MAF	1,90 a	0,79 a	-2,10 a
MM	1,79 a	0,77 a	-2,20 a
Años	F:0,63; p-valor: 0,53	F:0,48; p-valor: 0,49	F:4,31; p-valor: 0,05
2004	1,88 a	0,79 a	-2,08 a
2022	1,83 a	0,77 a	-2,30 b
Interacciones			
Intensidad*Método	F:4,81; p-valor: 0,04	F:4,37; p-valor: 0,04	F:1,66; p-valor: 0,21
Intensidad*Años	F:3,06; p-valor: 0,06	F:2,00; p-valor: 0,15	F:1,93; p-valor: 0,16
Método*Años	F:0,17; p-valor: 0,68	F:0,8; p-valor: 0,38	F:0,01; p-valor: 0,97
Intensidad*Método*Años	F:1,09; p-valor: 0,30	F:1,16; p-valor: 0,29	F:0,13; p-valor: 0,72

Estos resultados también concuerdan con lo observado en otros estudios en bosques templados y tropicales, donde rodales manejados presentaron valores más altos de diversidad de especies de árboles que aquellos sin intervenir (Kammesheidt *et al.*, 1999, Torras y Saura, 2008).

Se observa (Figura 4 a y b) que para la combinación del método MAF y la intensidad del 33 % de extracción del área basal, se encontraron diferencias en ambos índices, respecto a la misma intensidad y otro método en el primer caso, y en el segundo al mismo método y diferente intensidad, se observa en ambos casos una tendencia mayor biodiversidad forestal, lo que permite interpretar que este tratamiento genera mayor variabilidad espacial en la distribución y tamaños de claros en el bosque los que son aprovechados por las especies según su temperamento. Estos resultados son similares a lo reportado por otros autores en estudios realizados en bosques húmedos de América tropical, donde determinaron que las cortas de entresaca estimulan la producción sin detrimento de la biodiversidad (Quiros Molina, 2001; Mejía Casco, 1994).



a) b)
Figura 4. Comparación de medias según método e intensidad de corta para el índice de Shannon Wiener (a) y Simpson (b).

4. CONCLUSIONES

Los tratamientos aplicados no provocaron modificaciones significativas en la estructura del bosque respecto a bosques sin intervenir, manteniéndose el predominio de las especies umbrófilas y la distribución diamétrica típica de bosques irregulares o disetáneos. Independientemente del método de selección y la intensidad de extracción aplicado, la intervención silvicultural no ha generado modificaciones en los parámetros de estructura horizontal permitiendo mantener además altos valores de biodiversidad forestal.

Si bien ambos métodos son adecuados para su aplicación en bosques altos del Chaco húmedo, el MAF, presentó varias ventajas respecto al MM. La primera ventaja radica en la practicidad de su implementación, la segunda es que, en virtud de los resultados obtenidos, favorece el proceso de domesticación del bosque con mayor rapidez permitiendo mantener la estructura principal sin afectar la diversidad del mismo, por lo cual se recomienda su implementación en este tipo de bosques.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brassiolo, M.; C. Gómez; S. Kees; A. Guzman. 2009. *Comparación de dos métodos e intensidad de corta en un bosque alto del Chaco húmedo*. XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires. Argentina
- Cabrera, A. 1971. Fitogeografía de la República Argentina. *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* XIV: 1-42
- Di Rienzo, J. A.; F. Casanoves; M. G. Balzarini; L. Gonzalez; M. Tablada; C. W. Robledo. 2020. *InfoStat versión 2020*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Finol, H. 1971. Nuevos parámetros a considerar en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. *Revista Forestal Venezolana* 14 (21): 29-42. 14 pp.
- Fonseca, J. y M. Serret. 2020. Valoración ecológica y estructural del bosque de Miombo afectado por disturbios antrópicos. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*. 7. 10.26495/icti.v7i1.1359
- Giménez, A. M.; P. Hernández; M. E. Figueroa; I. Barrionuevo. 2011. Diversidad del estrato arbóreo en los bosques del Chaco Semiárido. *Quebracho* 19: 24-37.
- Gomez, C y M. Kees. 2005. Estructura y composición florística de un bosque alto explotado del Chaco Oriental. *Revista Idia Forestales*. Pág. 29-32 .
- Gómez, C.; S. Kees; M. Brassiolo. 2013. *Florística y Estructura de un bosque secundario del Chaco Húmedo*. Presentado en el 4º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Poster N° 86 Ponencias del Congreso ISSN: 1669-6786
- Grulke, M.; M. Brassiolo; G. Soto; F. Lannes; K. Obst; J. Michela. 2007. *Manual para el manejo forestal sustentable de los bosques nativos de la provincia del Chaco*. Resistencia, Argentina. Ministerio de Producción, provincia del Chaco. 216 p.
- Grulke, M. 1994. Propuesta de manejo silvopastoril en el Chaco Semiárido. *Quebracho* 2: 5-13 pp
- Hampel, H. 2000. Investigación de los Bosques Tropicales. Conjunto de artículos. En: *Deutsche Gesellschaft, F. Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH Post-fach 5180, D-65726 Eschborn Alemania*. Número de la serie: TÖB FTWF 15s. 66 p.
- INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 2006. *Serie estadística 2005*. 15 pp

- Kammesheidt, L.; A. Torres; W. Franco. 1999. Impacto de la explotación selectiva sobre la diversidad de especies arbóreas en un bosque de los Llanos Occidentales de Venezuela. *Rev. Forest. Venez.* 43: 59-67
- Ledesma, L. 1992. *Carta de suelos de los campos anexo Lote V y Estación Forestal Plaza*. INTA EEA Sáenz Peña. 90 pp.
- Mejía Casco, A. 1994. *Análisis del efecto inicial de un tratamiento de liberación sobre la regeneración establecida de un bosque húmedo tropical aprovechado en Río San Juan, Nicaragua*. Tesis (Mag.Sc.) CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Miller, G. W. y H. C. Smith. 1993. ¿A practical alternative to single - tree selection? *Northern Journal of Applied Forestry* 10(1):32-38
- Morello, J. y J. Adamoli. 1974. *La Vegetación de la República Argentina. Las Grandes Unidades de Vegetación y Ambiente del Chaco Argentino*. Segunda Parte: Vegetación y Ambiente de la Provincia del Chaco. INTA. 130 pp.
- Peri, P.; L. Chauchard; A. Brown; S. La Rocca; N. Fernández; M. Amoroso; P. Campanello; N. Hilgert; L. Bergesio; M. Malizia; M. García Moritán; E. Balducci; N. Politi; F. Rojas; L. Castillo; G. Martínez Pastur. 2021. Capítulo 4. Historia y situación actual del uso del bosque nativo y principales técnicas silvícolas. *En: Uso Sostenible del Bosque Nativo: Aportes desde la Silvicultura Argentina*. Pablo Luis Peri; Guillermo Martínez Pastur; Tomás Schlichter Editores. ISBN 978-987-46815-4-6
- Pond, N.; R. Froese. 2015. Interpreting Stand Structure through Diameter Distributions. *Forest Science* 61: 429-437.
- Quirós Molina, D. 2001. Tratamientos silviculturales. *En: Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M. Eds. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. Turrialba, CR , CATIE. p.131-153. (Serie Técnica. Manual técnico no. 46)
- Ramírez Quirama, J. y A. Grajales. 2005. *Caracterización diamétrica de las especies maderables en bosques primarios del cerro Murrucucú*. (Tesis) Doi: 10.13140/RG.2.1.2798.9200
- Torras, O. y S. Saura. 2008. Effects of silvicultural treatments on forest bio-diversity indicators in the Mediterranean. *Forest Ecology and Management* 255: 3322-3330
- Valentini, J. 1978. *Tratamiento silvicultural de los bosques naturales*. Curso de perfeccionamiento profesional. Tomo I. 179-218 pp
- Wadsworth, F. H. 2000. *Producción Forestal para América Tropical*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710 p
- Wenzel, M. y H. Hampel. 1998. Regeneración de las principales especies arbóreas del Chaco húmedo argentino. *Quebracho* 6: 5-18.

