



# XXXVI JORNADAS FORESTALES DE ENTRE RÍOS



13 y 14  
de octubre de 2022  
Concordia, Entre Ríos

**ACTA DE  
DISERTACIONES  
Y CONTRIBUCIONES  
VOLUNTARIAS**



Secretaría de Agricultura,  
Ganadería y Pesca



Ministerio de Economía  
Argentina



CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES







## ESTRUCTURA VERTICAL DE BOSQUES DE *Gonopterodendron sarmientoi* EN ARGENTINA

Sebastian KEES<sup>1</sup>, Dante LOTO<sup>2</sup>, Maximiliano AZCONA<sup>3</sup>, Santiago TELLERIA<sup>3</sup>, Eduardo MANGHI<sup>3</sup>, Juan GAITÁN<sup>4</sup>, Vanina CHIFARELLI<sup>5</sup>, Pablo PERI<sup>6</sup>

### RESUMEN

Se ajustaron funciones preliminares y regionales de altura media por clase diamétrica de palo santo (*Gonopterodendron sarmientoi*) para ser utilizadas en el Parque Chaqueño. Las funciones obtenidas predicen la altura total media por clase diamétrica para diferentes tipos de bosques de palo santo. Se trabajó sobre datos de 482 parcelas con presencia de la especie, provenientes de inventarios forestales en bosques nativos en tenencias de comunidades aborígenes, campesinas y planes de manejo cubriendo parte de las provincias de Salta, Formosa y Chaco. Con los datos de la parcela se aplicó el método del diagrama h (altura total de los árboles) – M (valor acumulativo medio de las alturas) para describir la estructura vertical. Los modelos ajustados fueron satisfactorios para el conjunto de datos en general y también para todos los grupos. Respecto a la estructura vertical, palo santo está presente en todos los estratos para los grupos palosantal, y de alta presencia de palo santo, mientras que, en el grupo bosques con baja presencia de palo santo se evidenció una falta de ejemplares en los estratos bajos e intermedios.

**Palabras clave:** *diagrama H – M, Palo santo, Parque Chaqueño*

### 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación de los recursos forestales tiene como objetivo preponderante el determinar su importancia y grado de utilidad, y así fundamentar su aprovechamiento, no sólo a nivel maderable, sino en la diversidad de bienes y servicios que de ellos se obtienen (Ramírez y Torres, 1985).

Los aspectos funcionales de los bosques chaqueños constituyen una de las áreas de estudio de más reciente desarrollo. Este hecho se debe probablemente a la aceptación por parte de la comunidad científica de la importancia que tiene en el conocimiento de la estructura de los ecosistemas, el estudio de los procesos que los generan y perpetúan (Biani et al., 2006).

Según Michela et al. (2018), para una gestión responsable de estos bosques es necesario conocer tanto la distribución diamétrica característica de estos tipos de bosques y su dinámica como la distribución de los pisos de vegetación. Lograr la descripción de estos bosques contribuye a establecer los fundamentos básicos para gestionar el aprovechamiento a perpetuidad. Loto et al. (2021) determinaron tres tipos de estructuras de bosques con presencia de palo santo (palosantal, y bosques con baja y alta presencia de palo santo), asociados a un gradiente temperatura, precipitación, evapotranspiración y texturas del suelo en el norte de Argentina.

El presente trabajo tiene por objetivo caracterizar la estructura vertical de los tres grupos con palo santo discriminados por Loto et al. (2021) como base para el manejo sustentable.

<sup>1</sup> Campo Anexo Estación Forestal Plaza – Estación Experimental Agropecuaria Sáenz Peña. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). kees.sebastian@inta.gob.ar.

<sup>2</sup> Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA) Facultad de Ciencias Forestales -. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).

<sup>3</sup> Dirección Nacional de Bosques (Autoridad Científica CITES en especies forestales). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (DNB, MAyDS). Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

<sup>4</sup> Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Buenos Aires. Argentina.

<sup>5</sup> Investigador independiente. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero.

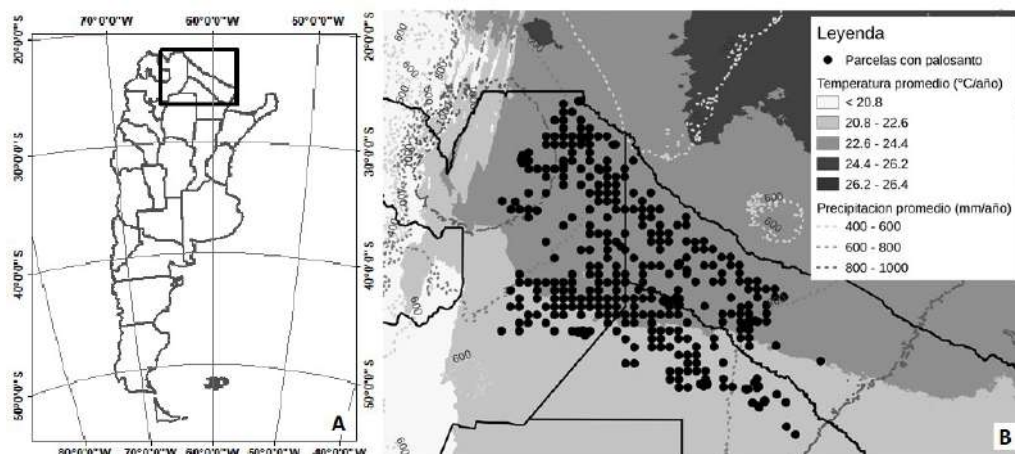
<sup>6</sup> Estación Experimental Agropecuaria Santa Cruz. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Universidad Nacional de la Patagonia Austral (UNPA). Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET).



## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en el norte de Argentina (figuras 1A y 1B), dentro del dominio fitogeográfico regional del Chaco Seco (Cabrera 1976), incluyendo el oeste de las provincias de Chaco y Formosa, y al este de la provincia de Salta (22,0°-25,8° S, 59,3°-64,6° O).

Este bosque, xerófilo y semicaducifolio, cuenta con un estrato superior dominado por el quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis lorentzii*) y el quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) de entre 15 y 25 metros de altura. En el límite oriental de la ecorregión, estas especies coexisten también con el quebracho colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*), en lo que se conoce como el “bosque de los tres quebrachos”, una de las comunidades más particulares. El quebracho colorado santiagueño, que delimita tradicionalmente el Chaco Semiárido con su distribución, es, sin duda, una de las especies más emblemáticas de la región. Integran esta subregión también otros árboles más bajos como el mistol (*Sarcomphalus mistol*) de frutos comestibles, el palo cruz (*Tabebuia nodosa*), palo borracho de flor blanca (*Ceiba chodatii*) y una gran variedad árboles y arbustos, con una importante presencia de algarrobos (*Prosopis alba*, *Prosopis nigra*, *Prosopis ruscifolia*, *Prosopis kuntzei*). Se encuentran también bosques de xerófitas con palo santo (*Bulnesia sarmientoi* ahora *Gonopterodendron sarmientoi*) y quebracho blanco lagunero (*Aspidosperma triternatum*) ocupando suelos generalmente deprimidos arcillo-limosos (MAyDS, 2020).



**Figura 1.** (A) Área de estudio ubicada en Argentina en las provincias de Chaco, Formosa y Salta. (B) Detalle de la distribución de parcelas con presencia de palo santo en bosques del Chaco Seco Argentino.

Se utilizó información recopilada a partir de inventarios forestales realizados para diferentes años en el norte de Argentina. Estos inventarios, nacionales, regionales y locales provienen de muestreos realizados en bosques nativos en tenencias de comunidades aborígenes, campesinas y planes de manejo cubriendo el área de estudio regional dentro de las provincias de Salta, Formosa y Chaco (figura 1 B). Se trabajó sobre datos de 482 parcelas con presencia de la especie (Figura 1 B). Todas las parcelas de 1000 m<sup>2</sup> de forma circular, con registros de diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm), la altura total (m) y la longitud o altura del fuste (m) de todos los individuos a nivel de especie.

Utilizando el programa InfoStat 2018 (Di Rienzo et al., 2020) versión libre se ajustaron funciones altura diámetro por clase diamétrica por grupo para la especie. La estructura vertical se la determinó en base al número de estratos de la vegetación leñosa en cada grupo identificado que surge del empleo de la metodología del diagrama h – M. En este método la diferencia de estratos se obtiene gráficamente, ploteando la altura total de los árboles (h o H) en el eje de las ordenadas y el valor acumulativo medio de las alturas (M) en el eje de las abscisas, en escala aritmética. Para aplicar esta metodología se grafica la altura total de los árboles H agrupados en orden decreciente en función de M. Esta última se calcula de la siguiente manera, a cada valor de h se le asigna un número de orden correlativo desde 1 hasta la cantidad de alturas consideradas, luego a cada altura iniciando por la mayor se le suma la siguiente que representa la media acumulativa parcial de altura a partir del mayor valor de H, finalmente



se obtiene el valor de M que resulta de la relación por cociente entre cada suma parcial y el correspondiente número de orden hasta un valor de h inferior al valor máximo de h (Sanquetta, 1995); de este modo, cada uno de los estratos queda determinado gráficamente a partir de saltos, variaciones o discontinuidades en la distribución de los puntos de las alturas ampliando la caracterización de las condiciones naturales de cada grupo.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los valores medios y de dispersión de las variables empleadas en el ajuste de funciones altura media por clase diamétrica y tipo de bosque.

**Cuadro 1.** Estadísticas descriptivas de las variables analizadas para cada grupo.

GRUPO 1 Palosantal					GRUPO 2 Bosques con alta presencia de palo santo					GRUPO 3 Bosques con baja presencia de palo santo					TODOS				
DN (cm)		HT (m)			DN (cm)		HT (m)			DN (cm)		HT (m)			DN (cm)		HT (m)		
Media	Desvío	Media	Desvío	n	Media	Desvío	Media	Desvío	n	Media	Desvío	Media	Desvío	n	Media	Desvío	Media	Desvío	n
7,5	1,3	4,9	1,6	296	7,3	1,4	5,6	1,6	77	7,2	1,6	5,2	1,6	20	7,5	1,3	5,0	1,7	393
12,2	1,4	6,4	1,8	619	12,3	1,4	7,1	1,8	223	12,4	1,4	7,3	1,7	64	12,2	1,4	6,6	1,9	906
17,1	1,5	8,0	2,3	397	17,3	1,4	8,5	2,0	150	17,6	1,4	8,3	2,2	45	17,2	1,4	8,2	2,2	592
22,1	1,5	9,3	2,5	243	22,5	1,5	9,4	2,1	98	22,3	1,3	9,6	2,4	28	22,2	1,5	9,3	2,4	369
27,0	1,4	10,0	2,3	146	27,2	1,4	10,1	2,9	58	27,1	1,5	10,0	2,6	39	27,1	1,4	10,1	2,5	243
31,9	1,4	10,6	2,6	75	32,4	1,4	11,6	3,4	51	32,4	1,2	10,4	1,8	24	32,1	1,4	10,9	2,8	150
37,0	1,4	10,9	2,2	42	37,1	1,5	12,5	2,9	36	37,2	1,6	11,3	2,9	22	37,1	1,5	11,6	2,7	100
41,6	1,5	10,6	2,6	34	42,0	1,3	11,5	2,1	18	42,7	1,4	11,0	1,8	19	42,0	1,5	11,0	2,3	71
46,8	1,5	12,2	1,8	17	47,3	1,7	13,5	3,9	15	46,7	1,5	12,7	3,2	10	46,9	1,6	12,8	3,0	42
51,9	1,5	12,2	2,4	7	52,3	1,2	12,6	3,6	8	51,6	1,6	14,4	2,9	5	52,0	1,4	12,9	3,0	20
56,5	1,2	13,3	2,0	9	57,0	1,7	11,0	1,7	3	55,5	0,6	12,4	1,0	4	56,4	1,3	12,6	1,9	16
60,5	0,7	12,0	5,7	2	62,9	2,9	16,0	2,8	2	62,2	1,9	15,2	2,0	4	61,9	1,9	14,6	3,2	8
73,0	4,3	15,2	0,8	3	71,8	7,1	16,0	3,1	4	65,2	0,3	12,9	1,6	3	70,2	5,8	14,8	2,4	10

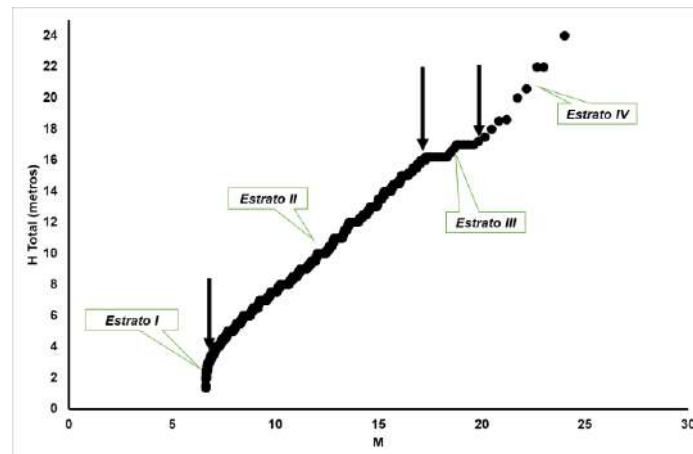
Con estos valores se ajustaron funciones de altura total por clase diamétrica para la especie. Los modelos ajustados y las estadísticas de ajuste se presentan a continuación en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Modelos de altura media por clase diamétrica ajustados para cada grupo.

Grupo	Modelo	R2 % (ajust)	Error abs medio
1 - Palosantal	$HT (m) = 1/(0,0598553 + 1,10695/DN(cm))$	98,4	0,0034
2 - Bosques con alta presencia de palo santo	$HT (m) = 1/(0,0602969 + 0,913684/ DN(cm))$	93,8	0,0065
3 - Bosques con baja presencia de palo santo	$HT (m) = 1/(0,0609188 + 0,962622/ DN(cm))$	97,2	0,0042
Todos	$HT (m) = 1/(0,0569991 + 1,10069/ DN(cm))$	98,9	0,0028

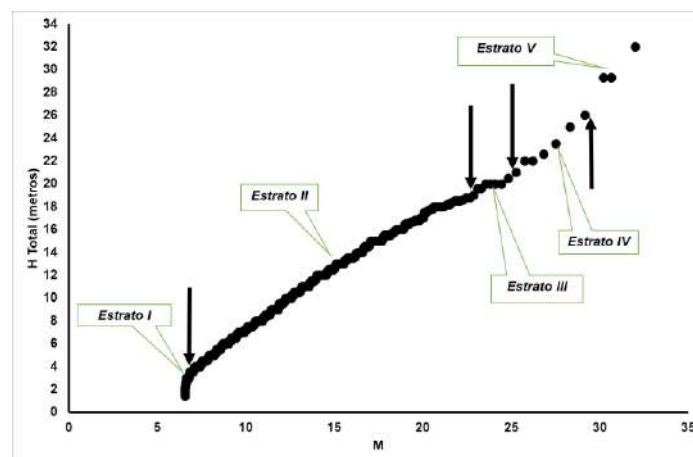
Los estadísticos de ajuste de cada modelo son altamente satisfactorios para el conjunto de datos en general y también para todos los grupos, además, todos los modelos explican más del 93% de la variabilidad de la variable respuesta a partir de la variable regresora.

A continuación, en las Figuras 2, 3 y 4 se muestran los diagramas h – M para cada grupo.



**Figura 2.** Diagrama h – M del Grupo 1 - Palosantal

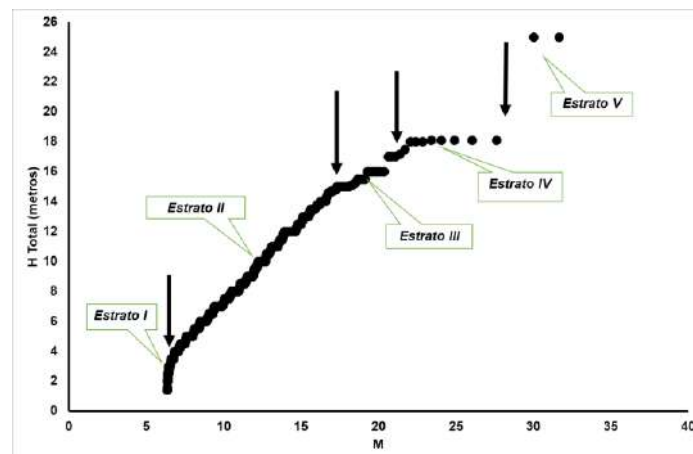
En el palosantal (Figura 2), el estrato 1 (inferior), alcanza una altura de hasta 4 metros donde el 23 % de los ejemplares de este estrato corresponden a *G. sarmientoi*, el resto está integrado por las demás especies. El estrato II (intermedio), alcanza los 16,2 metros de altura, es el estrato con mayor densidad y está integrado por un 29 % de *G. sarmientoi* y un 71 % de ejemplares de otras especies. En el estrato III (dominante) que llega a los 18 m de altura, el 18 % de los árboles son de *G. sarmientoi*, acompañado por quebracho blanco, palo blanco y los quebrachos colorados. Hasta este estrato la dispersión de los datos es continua. El estrato IV (predominante), parcialmente discontinuo, alcanza los 24 metros de altura, cuenta con un 13 % de los ejemplares de palo santo acompañado por quebracho blanco, palo mora y quebracho colorado santiagueño.



**Figura 3.** Diagrama h – M del Grupo 2 - Bosques con alta presencia de palo santo

En los “Bosques con alta presencia de palo santo” (Figura 3), el estrato 1 (inferior), alcanza una altura de hasta 3,5 metros donde solo el 1,5 % de los ejemplares de este estrato corresponden a palo santo, el resto corresponde a las demás especies. El estrato II (intermedio), alcanza los 19 metros de altura, es el estrato con mayor densidad y está integrado por *G. sarmientoi* en un 14 % de los individuos presentes el resto está compuesto por árboles de otras especies. En el estrato III (codominante) que alcanza los 22 metros de altura, el 30 % de los árboles son de *G. sarmientoi* y completan la participación en este estrato quebracho blanco y quebracho colorado santiagueño. El estrato IV (dominante) y el estrato V (predominante) alcanzan los 24 y 29,5 metros de altura contando además con un 50 % y un 40 % de los ejemplares de palo santo respectivamente, acompañado por quebracho blanco, guaraní y quebracho colorado santiagueño. Respecto a la continuidad de los estratos, esta es visiblemente continua hasta e estrato IV, donde se torna parcialmente discontinua y llegando a ser marcadamente discontinua en el estrato V.





**Figura 4.** Diagrama h – M del Grupo 3 - Bosques con baja presencia de palo santo

Podemos observar que en el caso de los “Bosques con baja presencia de palo santo” (Figura 4), el estrato 1 (inferior), alcanza una altura de hasta 4 metros donde el 2,4 % de los individuos son de palo santo, el resto corresponde a las demás especies. El estrato II (intermedio), alcanza los 15 metros de altura, es el estrato con mayor densidad y continuidad, integrado por *G. sarmientoi* en un 12 % mientras que el resto está compuesto por árboles de otras especies. En el estrato III (codominante), parcialmente discontinuo, que llega hasta los 18,5 metros, el 24 % de los árboles son de *G. sarmientoi* y completan la participación en este estrato quebracho blanco, Francisco Alvarez, palo borracho y quebracho colorado santiagueño. El estrato IV (dominante), visiblemente discontinuo, entre 19 y 23 metros de altura, tiene un 75 % de los ejemplares de palo santo, mientras que, en el estrato V (predominante), muy discontinuo y el cual llega a los 25 metros, no existen ejemplares de palo santo.

#### 4. CONCLUSIONES

Los modelos ajustados son satisfactorios para el conjunto de datos en general y también para todos los grupos, para predecir la altura media por clase diamétrica para la especie. En cuanto a la estructura vertical, palo santo, está presente en todos los estratos para el Grupo 1 y 2, si bien los valores relativos varían según el grupo y estrato, se encuentra participando en todo el perfil de vegetación. Sin embargo, en el Grupo 3 la participación aumenta conforme lo hace la altura hasta los 18 metros. Esto refleja una falta de ejemplares en los estratos bajos e intermedios, lo que posiblemente se deba a la intensidad de uso de estos bosques o a la propia dinámica de crecimiento y regeneración de estas formaciones como respuesta a las condiciones ambientales.

#### 5. LITERATURA CITADA

- BIANI N. B.; J. L. VESPRINI Y D. E. PRADO. 2006. Conocimiento sobre el gran Chaco argentino en el siglo XX. Ecología y manejo de los bosques de Argentina. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 24 p.
- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZALEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2020. FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- LOTO D.; KEES S.; AZCONA M.; DE TELLERIA S.; MANGHI E.; GAITAN J.; SPAGARINO C.; GASPARRI I.; PERI P.L. 2021. Estructura de bosques con palo santo (*Gonopterodendron sarmientoi*): Evaluación regional para su manejo y conservación en la Argentina. Ecología Austral 31: 558-574
- MAYDS. 2020. Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos: informe Parque Chaqueño: primera revisión. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, Buenos Aires. Argentina.
- MICHELA, JF; KEES, SM; SKOKO, JJ. 2018. Efecto de la acción antrópica en el bosque del centro oeste chaqueño. Revista Forestal Venezolana, año LXII, Volumen 62, Número Único. pp. 69-82. 69
- RAMÍREZ M.H. Y TORRES R.J. (1985). Análisis del desarrollo y estado actual de las experiencias prácticas y técnicas en la evaluación de plantaciones. En: Tercera reunión nacional sobre plantaciones forestales. Publicación Especial Instituto Nacional Investigaciones Forestales No. (48). México. pp. 35-43
- SANQUETTA, C. R. (1995). Análise da estrutura vertical de florestas através do Diagrama h-M. Revista Ciência Florestal. Santa Maria 1 (5): 55-68.