

# EVALUACIÓN DE ATRIBUTOS FORESTALES DE *Prosopis alba* (ALGARROBO BLANCO) FRENTE A DIFERENTES CONDICIONES EDÁFICAS EN LA PROVINCIA DEL CHACO, ARGENTINA

EVALUATION OF FORESTRY ATTRIBUTES OF *Prosopis alba* (ALGARROBO BLANCO) FACING DIFFERENT SOIL CONDITIONS IN THE PROVINCE OF CHACO, ARGENTINA

Fecha de recepción: 29/09/2016 //Fecha de aceptación:02/05/2017

## Astor Emilio López

Grupo Inventario y Evaluación de Suelos— EEA Sáenz Peña INTA. Ruta 95 km 1108; Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco. Argentina. lopez.astor@inta.gob.ar

## Sebastián Miguel Kees

Campo Anexo Estación Forestal Plaza. EEA Sáenz Peña INTA

## Juan José Zurita

## Elias Brest

## María Roldán

Grupo Inventario y Evaluación de Suelos— EEA Sáenz Peña INTA. Ruta 95 km 1108; Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco. Argentina.

## RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo tomando como factor principal la altura dominante de forestaciones de *Prosopis alba* (algarrobo blanco) en diferentes condiciones de suelos de la provincia del Chaco, analizando variaciones en la altura dominante frente a variaciones de los suelos. Se trabajó sobre una muestra de 29 parcelas en plantaciones entre 15 y 19 años de edad. Los parámetros medidos en suelo fueron: profundidad efectiva de las raíces, drenaje y relieve. Se determinó la secuencia de horizontes para cada perfil de suelo y se evaluó en ellos espesor, textura, conductividad eléctrica y pH. En los árboles muestreados se determinó la altura dominante. El análisis estadístico mostró diferencias significativas de la altura dominante, con respecto a la profundidad efectiva de raíces y la clase de drenaje. Los individuos dominantes presentaron mejores condiciones de crecimiento en suelos bien drenados y con más de 50 cm de profundidad efectiva.

## SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the white algarrobo (*Prosopis alba*) development in forestations under different soil conditions in the Chaco Province by means of analyzing dominant height variation related to soil variations. The work was carried out by sampling 29 plots in plantations with individuals between 15 and 19 years old. The measured parameters in soil were: roots effective depth, drainage and relief. The horizons sequence for each soil profile was determined and in them thickness, texture, electrical conductivity, hydrogen potential were evaluated. The dominant height was determined in the sampled trees. The statistical analysis showed significant differences for the effective root depth and drainage parameters in relation with the dominant height measured in trees. As the main result, we conclude that the dominant individuals had better growth conditions in soils that presented more than 50 cm of effective root depth and good drainage conditions.

**Palabras clave:** *Prosopis alba*, condiciones del suelo, altura dominante.

**Key words:** *Prosopis alba*, soil's conditions, dominant height.

## INTRODUCCIÓN

*Prosopis alba* (algarrobo blanco) es una especie nativa que produce madera de gran aptitud y es el eje de la fabricación de muebles. La provincia del Chaco posee alrededor de 4000 ha con plantaciones forestales (Gobierno del Chaco, 2013) y la especie con mayor proporción de superficie plantada es el algarrobo blanco.

Según Cuadra (2012), desde 1980 existen aserraderos y carpinterías abocadas y concentradas fundamentalmente en la producción de muebles y artesanías, aberturas y productos varios en las localidades de Presidencia de la Plaza, Machagai y Quitilipi; abasteciendo la demanda, regional y nacional.

Las plantaciones de algarrobo en la región y en la provincia del Chaco se han realizado en diferentes sitios, lo cual, sumado a la gran variabilidad intrínseca de la especie ha generado diferencias en el crecimiento. En la actualidad, existe escasa información acerca de la calidad de sitio para la especie, su potencial de crecimiento y turno de aprovechamiento requerido para obtener madera comercial referida a éstos.

En la caracterización de la productividad de las áreas se pueden considerar factores intrínsecos como la interacción de variables de la masa con la edad y factores extrínsecos como el clima, el suelo y la vegetación (Álvarez *et al.*, 2004). Según Clutter *et al.*, (1983) estimar con certidumbre la productividad potencial de un bosque en términos de volumen maderable por unidad de superficie y por unidad de tiempo es clave en el manejo forestal. En un rodal, la altura dominante es una de las variables menos afectadas por cambios en la densidad y por tratamientos silvícolas; además, está estrechamente relacionada con el volumen total, por lo que es un indicador de la productividad sencillo y fácil de evaluar (Assmann, 1970).

Desde el año 2009, el INTA está realizando relevamientos en plantaciones forestales con la finalidad de caracterizar las condiciones de sitio y crecimiento de la especie; debido a la importancia económica y social del cultivo del algarrobo blanco para la provincia y la región. La necesidad de conocer el potencial productivo de los diferentes sitios en los que actualmente se desarrollan y en los que podrían desarrollarse las plantaciones con esta especie, se planteó como objetivo evaluar el desarrollo de forestaciones de algarrobo blanco en diferentes condiciones edáficas, analizando las variaciones de altura dominante (Hdom) frente a variaciones relativas al suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en catorce departamentos del centro de la Provincia del Chaco, se trabajó sobre una muestra constituida por 29 parcelas (Figura 1), ubicadas en plantaciones de algarrobo cuya edad oscilaba entre 15 y 19 años. El tamaño aproximado de las parcelas estudiadas fue de 1000 m<sup>2</sup>.

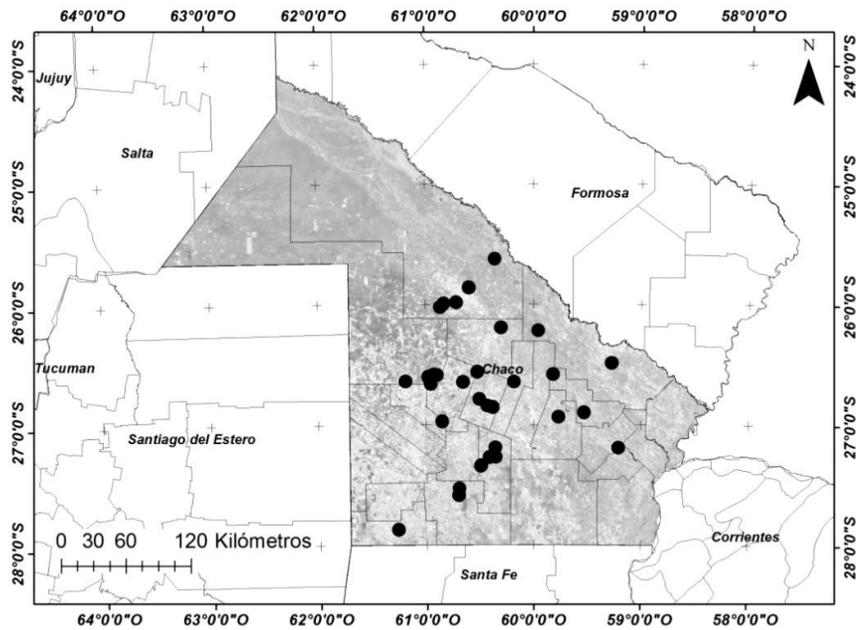
El clima donde está ubicada el área de estudio fue caracterizado como templado húmedo (Figura 2, CIOMTA, 2004) Las temperaturas medias de invierno y verano son de 16°C y 28°C respectivamente y las precipitaciones disminuyen de este a oeste de 1000 a 800 mm.

En cada plantación se ubicaron sitios de muestreo seleccionados en base a la cobertura y la topografía presente. Las variables relevadas fueron profundidad efectiva de raíces (Prof. Efectiva), drenaje, relieve y para cada perfil de suelo se determinó su secuencia de horizontes y en cada uno de ellos se evaluó espesor, textura, conductividad eléctrica (CE) y potencial hidrógeno (pH) siguiendo los criterios de clasificación establecidos por Etchevehere (1976).

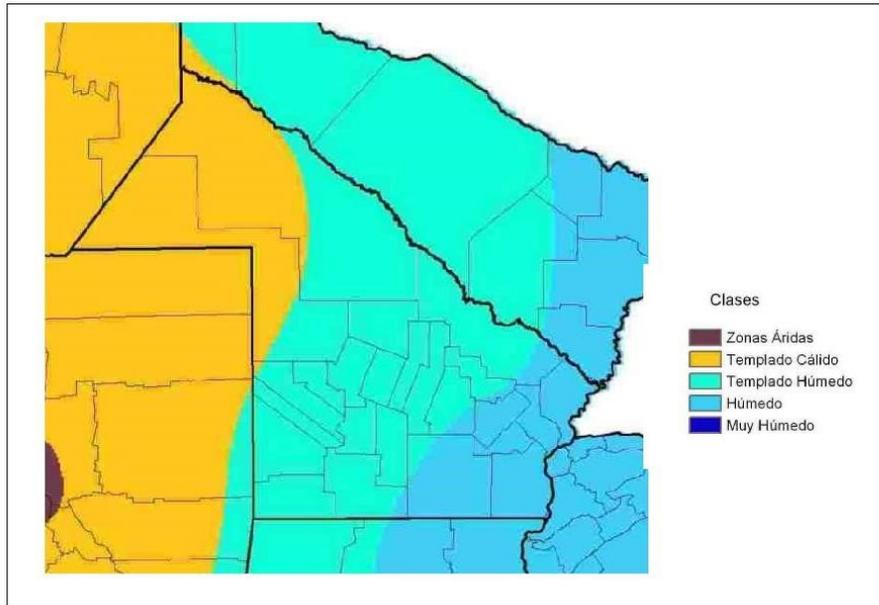
La profundidad efectiva, es la profundidad del suelo que con una textura relativamente uniforme no ofrece impedimento al desarrollo de las raíces. Se determinó por observación directa de abundancia de raíces, detección de capas compactadas y/o con presencia de sustancias tóxicas que pudieran impedir el desarrollo de las raíces. Se clasificó a los suelos según la profundidad efectiva como muy somero (0 a 25 cm), somero (25 a 50 cm) y moderadamente profundo (50 a 100 cm).

El drenaje del suelo se refiere a la rapidez y facilidad con que se elimina el agua del suelo. Se clasificó en las clases pobre, algo pobre, moderadamente bueno y bueno sobre la base de observar y estimar el grado de permeabilidad y escurrimiento, el peligro de anegamiento y también por consideraciones ambientales tales como la evapotranspiración, el microrelieve, y la pendiente.

El relieve implica altura relativa de un punto y se lo define como las elevaciones y las irregulares de un área considerada en conjunto. Se reconocen cuatro tipos: pronunciado, normal, subnormal, cóncavo y casos intermedios (Etchevehere, 1976.).



**Figura 1. Ubicación de los departamentos y las parcelas relevadas en la Provincia del Chaco.**  
**Figure 1: Location of the departments and the surveyed plots in the Province of Chaco.**



**Figura 2. Caracterización climática del área de estudio.**  
**Figure 2. Climatic characterization of the studied area.**

Para evaluar el desarrollo de forestaciones de algarrobo blanco se usó la altura dominante de la parcela (Hdom) que se definió como la altura promedio de los 100 ejemplares más gruesos por hectárea; criterio que además es utilizado ampliamente en la modelación forestal para la predicción de índices de sitio (Assmann 1970,

Cañadas et al., 1992; Tamarit-Urias et al., 2014). Para su obtención se midieron todos los diámetros normales (DAP) y alturas totales de los árboles presentes en la parcela; posteriormente se obtuvo el valor medio de altura total de los 10 árboles más gruesos de cada parcela. Asimismo, se calculó el incremento medio anual de la Hdom como el

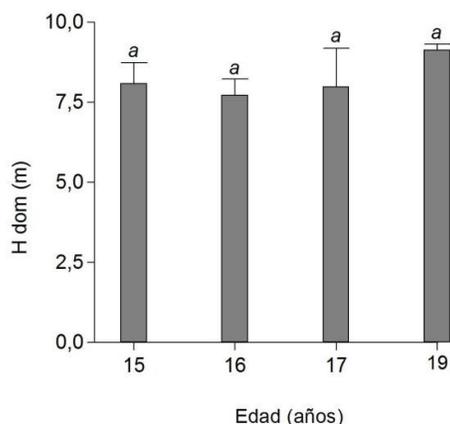
cociente entre la altura dominante de cada parcela y la edad correspondiente.

El análisis estadístico de la información se efectuó con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2015), consistió en un análisis de varianza para cada una de las variables (para el nivel de significancia del 0,05) y se evaluó la diferencia de medias entre grupos mediante la aplicación de la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Hdom de los ejemplares evaluados entre 15 y 19 años, varió entre 5,6 y 10,9 m siendo la media de 8,4 m. El incremento medio anual de la Hdom de los ejemplares de menor edad fue de 0,33 m.año<sup>-1</sup> y de los de mayor edad de 0,7 m.año<sup>-1</sup>.

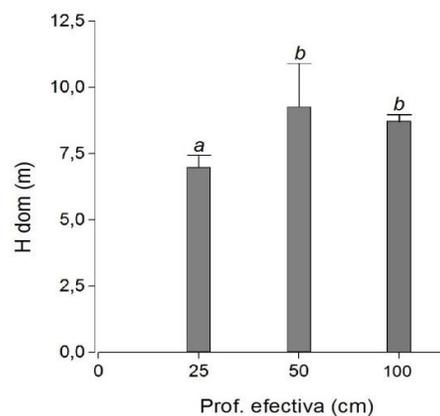
Los valores medios de la Hdom no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre las edades analizadas (Figura 3). Por otro lado, dado que la variación en las precipitaciones no es muy marcada dentro del área evaluada (800 a 1000 mm), es razonable esperar que dichas variaciones de Hdom se deban en gran medida a las variaciones de las condiciones edáficas del área de estudio.



**Figura 3. Plantaciones de Prosopis alba en la provincia del Chaco, Argentina: altura media dominante (Hdom) en metros (m) según la edad (años). Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) de las Hdom entre las edades de la forestación. Las líneas verticales en cada columna indican error estándar estimado de la media.**

**Figure 3: Prosopis alba plantations in the Province of Chaco, Argentin: dominant mean height, in meters (m) according to age (years). Small equal letters indicate that there are no significant differences ( $p > 0.05$ ) of the dominant mean height among the ages of the plantation. The vertical lines in each column indicate an estimated standard error of the mean.**

La profundidad efectiva de raíces evaluada a 25 cm presentó una Hdom de 7 m, mientras que la de 50 y 100 cm mostraron una Hdom de 9,3 y 8,8 m, respectivamente, siendo las diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) sólo entre la primera y éstas dos últimas (Figura 4).



**Figura 4. Valores medios de la altura dominante (Hdom) en metros (m) según la profundidad efectiva (Prof efectiva) en centímetros (cm). Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) de la Hdom entre Prof. efectiva. Las líneas verticales en cada columna indican error estándar estimado de la media.**

**Figure 4. Mean values of dominant height in meters (m) according to effective depth in centimeters (cm). Small equal letters indicate that there are no significant differences ( $p > 0.05$ ) of the dominant height among effective depth. The vertical lines in each column indicate an estimated standard error of the mean.**

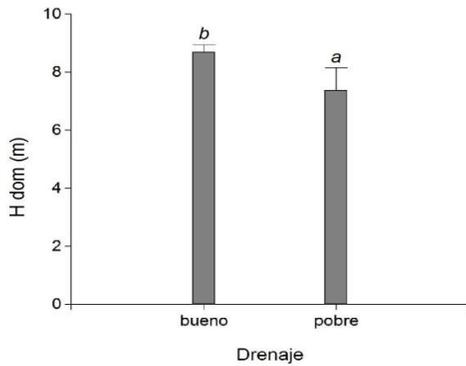
Se puede observar que existe un mejor desarrollo de los árboles en suelos con profundidad efectiva a partir de 50 cm.

En el análisis de esta variable se fusionaron las clases pobre y algo pobre en “pobre” y las clases bueno y moderadamente bueno en “bueno”. La Hdom en la clase de drenaje “pobre” fue de 7,4 m, mientras que en la clase “bueno” fue de 8,7 m, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ) (Figura 5).

El desarrollo de los ejemplares dominantes es claramente superior en suelos bien drenados, es decir en aquellos donde el agua se mueve fácilmente, pero no rápidamente.

La Región Chaqueña es una extensa llanura donde las diferencias de altura del terreno están asociadas a distintas dinámicas del movimiento del agua y evolución del perfil del suelo, en este trabajo se agruparon los tipos de relieve Subnormal y Normal/Subnormal en “Subnormal” y como tipo único “Normal”. La Hdom en el relieve “Normal” fue de 8,7 m, mientras que en el tipo de relieve

“Subnormal” fue de 7,5m, siendo estas Hdom estadísticamente iguales ( $p > 0.05$ ). Sin embargo, en concordancia con lo esperado se evidencia una tendencia de mayor Hdom en el relieve “Normal” (Figura 6).

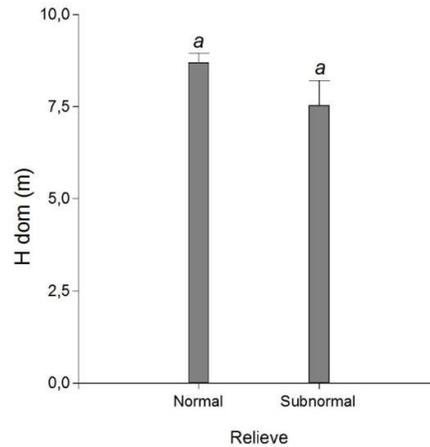


**Figura 5. Valores medios de la altura dominante (Hdom) en metros (m) según la clase de Drenaje Bueno o Pobre del suelo. Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre la Hdom y la clase de drenaje. Las líneas verticales en cada columna indican error estándar estimado de la media.**

**Figure 5. Mean values of dominant height in meters (m) according to the type of soil drainage (good or poor). Small equal letters indicate that there are no significant differences ( $p > 0.05$ ) between the dominant height and the type of drainage. The vertical lines in each column indicate an estimated standard error of the mean.**

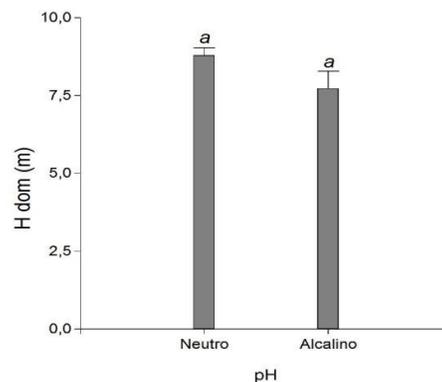
Los valores de pH determinados en las observaciones se agruparon por sus valores en dos categorías Neutro (6.6 a 7.3) y Alcalino (mayor a 7.3). La Hdom en suelos Neutros fue de 7,7 m, mientras que en los suelos Alcalinos fue de 8,8 m siendo estas diferencias no significativas ( $p > 0.05$ ) (Figura 7).

Las observaciones de los sitios en estudio presentaron una conductividad eléctrica que permitió clasificar a la mayoría de los suelos como no salinos, y también definir su textura como media en el horizonte superficial y pesada en el subsuperficial.



**Figura 6. Valores medios de la altura dominante (Hdom) en metros (m) según el tipo de relieve Normal o Subnormal. Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre la Hdom y el tipo de relieve. Las líneas verticales en cada columna indican error estándar estimado de la media.**

**Figure 6. Mean values of dominant height in meters (m) according to the type of relief (Normal or subnormal). Small equal letters indicate that there are no significant differences ( $p > 0.05$ ) between the dominant height and the type of relief. The vertical lines in each column indicate an estimated standard error of the mean.**



**Figura 7. Valores medios de la altura dominante (Hdom) en metros (m) según el pH. Letras minúsculas iguales indican que no hay diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre la Hdom y el pH. Las líneas verticales en cada columna indican error estándar estimado de la media.**

**Figure 7. Mean values of dominant height in meters (m) according to the type of pH. Small equal letters indicate that there are no significant differences ( $p > 0.05$ ) between the dominant height and the pH. The vertical lines in each column indicate an estimated standard error of the mean.**

## CONCLUSIONES

Las forestaciones de *Prosopis alba* (algarrobo blanco) en el centro de la Provincia del Chaco, evidencian un mejor desarrollo de los ejemplares dominantes en aquellos suelos con buen drenaje y con más de 50 cm de profundidad efectiva de raíces.

Las variables relieve y pH no influyeron en el desarrollo de los ejemplares dominantes.

Los resultados obtenidos en este trabajo constituyen una herramienta inicial importante en la selección de suelos destinados a nuevas forestaciones de algarrobo para la producción de madera. Sin embargo, debido a la homogeneidad de los suelos estudiados, respecto a la conductividad eléctrica y el relieve se prevé continuar con la evaluación en plantaciones de algarrobo establecidas en condiciones edáficas contrastantes.

## BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, G. J., Barrio, A. M., Diéguez, A. U., y Rojo, A. A. 2004. Metodología para la construcción de curvas de calidad de estación. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, 18(1), 303–309.

ASSMANN, E. 1970. *The Principles of Forest Yield Study*. Oxford, UK, Pergamon Press. 506 pp. 24, 26.

CAÑADAS, M., Calama, R., Güemes, C., y Montero, G. 1992. Modelo de calidad de estación para *Pinus pinea* l. en las masas del sistema central (valles del Tiétar y Alberche), mediante aplicación de la metodología propuesta por Goelz y Burk. Actas IV Congreso Forestal Español.

CIOMTA. 2004. Zonas Climáticas Homogéneas. Cartografía. <http://svsconsultora.com.ar/ciomta/zonasClimaticas.html>.

CLUTTER, J. L., J. C. Forston, L. V. Pienaar, G. H. Brister, and R. L. Bailey. 1983. *Timber Management: A Quantitative Approach*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 333 p.

CUADRA, E.D. 2012. La problemática forestal en la provincia del Chaco, Argentina. Un análisis desde la Geografía. Revista Geográfica Digital. IGUNNE. Facultad de Humanidades. UNNE. Año 9. N° 18. ISSN 1668-5180 Resistencia, Chaco.

DI RIENZO J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL

ETCHEVEHERE, P.H. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Segunda edición actualizada. INTA, Dpto. de Suelos. Public. 152. Castelar, Buenos Aires. 211pp. I.S.B.N: 2900101785661

Gobierno del Chaco. Programa de Fortalecimiento Institucional de la Subsecretaría de Planificación Territorial de la Inversión Pública. 2013. Plan de Desarrollo territorial de la Provincia del Chaco. Informe Final (Tomo 2). 132 pp.

TAMARIT-URIAS, J.C.; De los Santos-Posadas, H.M.; Aldrete, A.; Valdez-Lazalde, J.R.; Ramírez-Maldonado, H. y De la Cruz, V.G. 2014. Ecuaciones dinámicas de índice de sitio para *Tectona grandis* en Campeche, México. Revista Agrociencia 48: 225-238.