

# Producción y crecimiento de las plantaciones de *Prosopis alba* Griseb. en la provincia Chaco

KEES, S.M.<sup>1</sup>; FERRERE, P.<sup>2</sup>; LUPI, A.M.<sup>3</sup>; MICHELA, J.F.<sup>4</sup>; SKOKO, J.J.<sup>5</sup>

## RESUMEN

En la provincia del Chaco existen actualmente cerca de 6000 ha de plantaciones con *Prosopis alba* Griseb “algarrobo blanco”, que no superan los 30 años de edad, ubicadas en diferentes calidades de sitio. Los objetivos del presente trabajo fueron caracterizar el comportamiento de las plantaciones con esta especie, a distintas edades y calidades de sitio y ajustar modelos no lineales para la predicción del diámetro sobre la edad. Se midieron 40 plantaciones, con edades de entre 4 y 23 años, ubicadas en 32 establecimientos y diferentes calidades de sitio, en las que se instalaron 126 parcelas de muestreo rectangulares de 1000 m<sup>2</sup>. Se calculó para cada parcela: área basal (m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); densidad (pl.ha<sup>-1</sup>); volumen total (m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>); diámetro normal medio (cm); diámetro medio de los árboles dominantes (cm); incremento medio anual del diámetro normal medio (cm.año<sup>-1</sup>); incremento medio anual del diámetro medio dominante (cm.año<sup>-1</sup>) y la calidad de sitio. En términos generales todas las edades presentan alta densidad, particularmente en las mejores calidades de sitio. Los incrementos en diámetro normal medio y diámetro medio de los árboles dominantes en las mejores calidades son mayores a la media general para la muestra y en general superiores a 1 cm.año<sup>-1</sup>. Las variables medidas representan una expresión orientativa de la capacidad productiva de la especie en la zona de estudio. Es altamente recomendable seleccionar correctamente los sitios para plantar para lograr buenos resultados en términos de producción maderable. Los modelos Logístico y de Gompertz permiten estimar un turno tecnológico, con diámetros superiores a 30 cm a los 25 años de edad para los sitios de mejor calidad.

**Palabras clave:** calidad de sitio, modelos, parámetros dasométricos.

## ABSTRACT

*At present, in Chaco province, there are about 6000 ha plantations of Prosopis alba Griseb, “algarrobo blanco”, not exceeding 30 years of age, located in different site qualities. The purposes of this work were to typify the growth in this species plantations at different ages and site qualities, and to adjust non-linear models for age-based diameter projection. A total of 40 plantations were surveyed, with ages ranging between 4 and 23 years, located in 32 settings and different site qualities, where 126 rectangular sampling plots of 1000 m<sup>2</sup> were*

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Sáenz Peña, Campo Anexo Estación Forestal Plaza, Lote IV, Colonia Santa Elena, (3536), Presidencia de la Plaza, Chaco. Correo electrónico: kees.sebastian@inta.gov.ar

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Pergamino, Agencia Extensión Rural. (AER) 9 de Julio, Mitre 857, (6500), 9 de Julio, Buenos Aires. Correo electrónico: ferrere.paula@inta.gov.ar

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRN), Instituto de Suelos, Castelar, Nicolás Repetto y de los Reseros s/n. (1686), Hurlingham, Buenos Aires. Correo electrónico: lupi.ana@inta.gov.ar

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Santiago del Estero, Programa Cambio Rural II, Jujuy N° 850, (4200), Santiago del Estero. Correo electrónico: michela.julio@inta.gov.ar

<sup>5</sup>Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Sáenz Peña, Programa cambio Rural II, Ruta 95 km 1108, (3700), Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco. Correo electrónico: juanjo\_1980@hotmail.com

installed. For each plot, the estimations were as follows: basal area ( $m^2 \cdot ha^{-1}$ ), density ( $pl \cdot ha^{-1}$ ), total volume ( $m^3 \cdot ha^{-1}$ ), mean normal diameter (cm), mean diameter of dominant trees (cm), mean annual increase in mean normal diameter ( $cm \cdot year^{-1}$ ), mean annual increase in dominant mean diameter ( $cm \cdot year^{-1}$ ) and site quality. In general terms, all ages present high density, particularly in the highest quality sites. The increases in mean normal diameter and mean diameter of dominant trees in the highest quality sites are greater than the general average for the sample and generally greater than 1 in  $cm \cdot year^{-1}$ . The measured variables are indicative of the productive capacity of the species in the study area. It is highly recommended to correctly select the planting sites in order to achieve positive results in terms of timber production. The Logistic and Gompertz models allow us to estimate a technological shift, with diameters greater than 30 cm at 25 years of age for the best quality sites.

**Keywords:** site quality; Models; dasometric parameters.

## INTRODUCCIÓN

El algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb.) crece naturalmente en la región Chaqueña oriental y en otras planicies subtropicales de Argentina, Uruguay, Paraguay, sur de Bolivia hasta el Perú (Burkart, 1976). Tiene un área de distribución geográfica muy amplia en la región central del país, y forma parte del grupo de maderas duras del bosque chaqueño (Burkart, 1952). Esta especie constituye un importante recurso forestal para ser utilizado en sistemas sustentables para mejorar las condiciones socioeconómicas en zonas áridas y semiáridas donde la desertificación no solo lleva al descenso productivo, sino directamente, a la desaparición de los recursos (Verga, 2000)

En estos últimos años también se ha valorado su empleo para la recuperación de suelos degradados por salinización (Ramírez y Torres, 1985; Valdora y Jaimez, 2000; Taleisnik y Lauenstein, 2011), ya sea con el establecimiento de plantaciones puras como en sistemas integrados como los sistemas silvopastoriles.

Según Perez *et al.* (2016), en general, la mayor parte de las forestaciones de *P. alba*, en el Parque Chaqueño de Argentina tienen una edad inferior a dos décadas. Particularmente en la provincia del Chaco la superficie forestada con la especie alcanza las 6000 hectáreas (Delvalle, 2006), de las cuales, según datos proporcionados por el Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (2013), cerca de 3382 hectáreas se realizaron bajo el régimen de la ley 25.080 de promoción de bosques cultivados. Los mayores avances en el desarrollo de conocimiento y herramientas de manejo se dieron en el ámbito de la silvicultura de conducción. Delvalle (2006) ensayó la intensidad del raleo en Chaco; Pérez (2012) describió la técnica de raleo para Formosa; mientras que Ewens y Navall (2006) investigaron sobre densidad de plantación y tratamiento de poda en Santiago del Estero. Por su parte, Coronel de Renolfi *et al.* (2014) analizaron intensidades de raleo en Santiago del Estero. En Chaco, Atanasio (2014) analizó influencia de la poda en el crecimiento de las plantaciones, mientras que, Kees y Michela (2016) recomiendan concentrar el cre-

cimiento en los árboles dominantes, que son los que deberían alcanzar el turno.

Esto se debe a que el logro de individuos de grandes dimensiones es fundamental para el abastecimiento de la industria del aserrado y del mueble que se encuentra históricamente establecida en Chaco. Según Cuadra (2012), desde 1980 existen aserraderos y carpinterías abocadas fundamentalmente a la producción de muebles y artesanías de algarrobo en Machagai, aberturas en Quitillipi y productos varios en Presidencia de la Plaza, que abastecen la demanda regional y nacional.

Debido a la importancia económica y social del cultivo del algarrobo en la industria provincial y como generadora de ingresos para la provincia y la región, es necesario conocer el potencial productivo de los diferentes sitios en los que actualmente se desarrollan las plantaciones con esta especie.

Los objetivos del presente trabajo son: 1) caracterizar el comportamiento de plantaciones de *Prosopis alba*, a diferentes edades y en diferentes calidades de sitio y 2) ajustar modelos no lineales para la predicción del diámetro basados en la edad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Caracterización del área de trabajo:

El área de estudio abarca 15 departamentos de la provincia del Chaco (figura 1).

El espacio chaqueño es una vasta cuenca sedimentaria, con una aparente uniformidad topográfica, que presenta una pendiente general de oeste a este que permite el lento desplazamiento de los cursos de agua y de las inundaciones por exceso de lluvias hacia los ríos Paraguay, Paraná, o hacia la cuenca del Salado. El elemento diferencial más acusado radica en los valores de precipitación y en los regímenes pluviométricos de oriente y occidente, ya que el Chaco oriental es más húmedo y recibe precipitaciones de

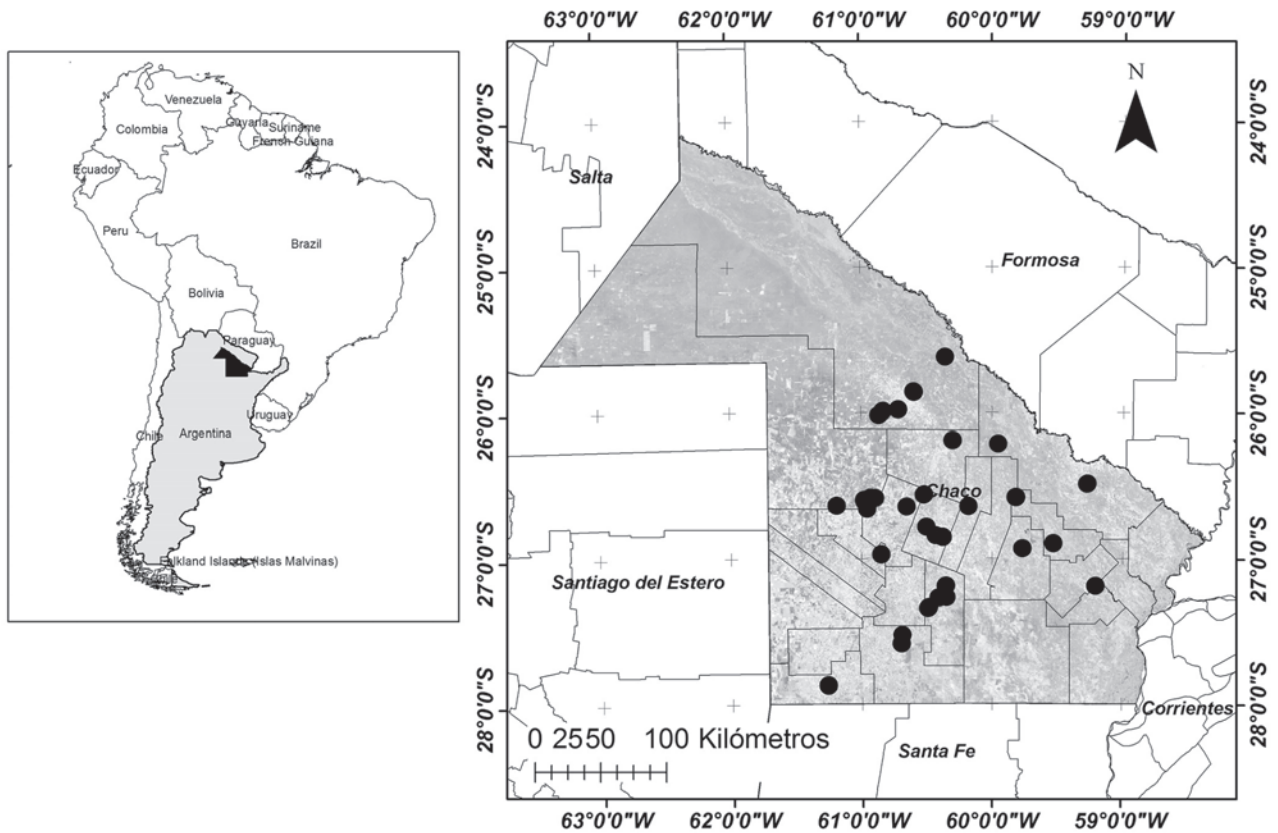


Figura 1. Ubicación de las parcelas en la provincia del Chaco.

1200 mm, que disminuyen hasta 800 mm en dirección al oeste. A su vez, el Chaco occidental es más seco y sus lluvias decrecen desde aquellos 800 mm hasta 500 mm, en igual dirección. Todo esto incide en la disponibilidad de agua que alimenta la red hídrica, en la diversificación de los suelos y en la vegetación que presenta, un bosque cerrado, un paisaje abierto de parques y sabanas y un horizonte de esteros y bañados enmarcados por selvas en galería (Bonfanti *et al.*, 2006).

**Relevamiento forestal**

Se trabajó en 40 plantaciones, con edades de entre 4 y 23 años, la mayor parte de ellas podadas, con densidades iniciales diferentes (1111 pl.ha<sup>-1</sup> a 400 pl.ha<sup>-1</sup>), ubicadas en 32 predios y diferentes calidades de sitio, en las que se instalaron 126 parcelas de muestreo rectangulares de 1000 m<sup>2</sup> durante los años 2009 a 2017.

En cada parcela se midió, altura total en metros con clinómetro Suunto y diámetro normal en cm con cinta dendrométrica a todos los árboles presentes. Con estos datos se calculó para cada parcela: área basal: (G m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>), densidad: (N pl.ha<sup>-1</sup>); volumen total: (V m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>) utilizando un coeficiente de forma de 0,8 ajustado localmente sobre mediciones a campo en las plantaciones relevadas; diámetro normal

medio: (DN cm); diámetro promedio de los árboles dominantes: (DDOM cm); incremento medio anual del diámetro normal medio (IMADN cm.año<sup>-1</sup>), incremento medio anual del diámetro medio dominante (IMADDOM cm.año<sup>-1</sup>). Para la selección de los árboles dominantes de cada parcela se empleó el criterio propuesto por Assmann (1970). La calidad de sitio de cada parcela fue estimada a partir de las curvas de *Índice de sitio* estimadas por Kees *et al.* (2016).

**Ajuste de modelos**

Para el ajuste se agruparon las parcelas según su calidad de sitio. Se ajustaron cuatro modelos de predicción de diámetro medio dominante mediante regresión no lineal con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2017), se consideró DDOM como variable dependiente, la edad (E) como variable independiente para cada calidad de sitio. Los modelos ajustados fueron:

- $DDOM = \frac{B0}{(1+B1 * exp(-B2 * E))}$  (Logístico)
- $DDOM = B0 * exp(-B1 * exp(-B2 * E))$  (Gompertz)
- $DDOM = B0 * (1 + B1 * exp(-B2 * E))^B3$  (Richards)
- $DDOM = B0 * exp(B1 * E)$  (Exponencial)

La selección del modelo con mejor comportamiento se basó en los siguientes criterios: 1) menor valor de Criterio de Información de Akaike (AIC), 2) el menor valor de Criterio de Información Bayesiano de Schwarz (BIC), 3) menor error cuadrático medio de predicción (ECMP) y 4) la simplicidad de cálculo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta que el objetivo de las plantaciones es la producción de madera para aserrío, las densidades observadas fueron altas para todas las edades, particularmente en las mejores calidades de sitio (tabla 1) en comparación con lo observado por Delvalle (2006) para plantaciones de 10 años o más. Por ello, es probable que el crecimiento sea mayor si las plantaciones estuvieran sujetas a regímenes de manejo acordes a la calidad de sitio y al objetivo de producción.

Si bien el incremento medio anual tanto en DN como en DDOM en los sitios de mejor calidad es igual o superior a la media general para la muestra (DN:1,3; DDOM:1,7), hay valores que son menores como por ejemplo los que figuran a los 15 y 17 años en los sitios de muy buena calidad (tabla 2). Esto podría explicarse por la menor densidad observada en esos casos puntuales. Además se puede ver que, los valores en general resultan superiores a 1 cm.año<sup>-1</sup> lo cual muestra el buen desempeño de la especie frente a variaciones de sitio. Estos resultados son promisorios y concuerdan con los citados por Senilliani y Navall (2006) y Michela *et al.* (2015) para etapas juveniles de plantaciones con esta especie. Si consideramos el crecimiento de la

especie en ambientes de bosque nativo del Chaco árido, Juárez de Galindez *et al.*, (2005) indican valores inferiores a los de nuestro estudio para el periodo inicial, no obstante, dada la elevada densidad de las plantaciones, el crecimiento en diámetro de los árboles dominantes reflejaría con mayor aproximación la potencialidad de cada sitio y edad para estimar producciones maderables con destino a la industria del mueble.

Para el área basal y el volumen total, también se observó una marcada diferencia entre sitios (tabla 3), los mejores sitios prácticamente duplicaron los valores de las demás calidades, pudiendo superar incluso en sitios de muy buena calidad los valores citados por Senilliani y Navall (2006) como límite de densidad para el área de riego de Santiago del Estero. En las parcelas de 17 años, donde se tienen todas las clases de sitio representadas, el volumen en los sitios muy buenos fue el doble al de los sitios buenos y 4 veces superior al de los sitios regulares. A los 23 años el sitio bueno tuvo el doble de volumen que el regular; estos resultados refuerzan la idea de que es altamente recomendable que además de ubicar las plantaciones en las mejores estaciones o sitios también se debe manejar la densidad para lograr buenos resultados.

### Modelos no lineales de diámetro – edad

Debido a que no se cuentan con datos en todas las calidades de sitio y edades, se decidió agrupar las clases “regular y mala en “regular” y las clases “bueno y muy bueno” en “bueno”. Los modelos Logístico y de Gompertz para ambas calidades de sitio mostraron los mejores ajustes te-

Edad	Densidad (pl.ha <sup>-1</sup> ) / calidad de sitio				Promedio	Cantidad parcelas
	Muy buena	Buena	Regular	Mala		
4		323	330		326	5
5	533	379	277		351	9
6	480			280	380	2
7		393	450		421	2
8		368	397		372	8
9		320			320	1
10		478	1079		678	3
11			390		390	1
12		334	320		330	10
13		333	320	167	317	14
14	136	279	178	260	222	19
15	410	274	314	300	307	11
16	183	235	240	305	241	11
17	490	270	390	230	313	7
19		190			190	12
23		120	196		161	11
<b>Promedio sitio</b>	<b>345</b>	<b>287</b>	<b>285</b>	<b>264</b>	<b>288</b>	

Tabla 1. Valores medios de densidad según calidad de sitio y edad.

Edad	Incremento medio anual (cm) / calidad de sitio								DN	DDOM
	Muy buena		Buena		Regular		Mala			
	DN	DDOM	DN	DDOM	DN	DDOM	DN	DDOM		
4			1,8	2,4	1,7	2,3			1,8 ± 0,1	2,4 ± 0,1
5	2,2	2,9	1,9	2,3	1,6	2,0			1,8 ± 0,3	2,2 ± 0,3
6	2,2	2,9					1,1	1,4	1,7 ± 0,8	2,1 ± 1,1
7			1,5	2,3	1,1	1,8			1,3 ± 0,3	2,0 ± 0,3
8			1,4	1,8	1,3	1,8			1,4 ± 0,1	1,8 ± 0,1
9			1,7	2,2					1,7	2,2
10			1,2	1,6	1,3	1,7			1,2 ± 0,1	1,6 ± 0,1
11					1,3	1,7			1,3	1,7
12			1,5	1,9	1,3	1,6			1,4 ± 0,2	1,8 ± 0,3
13			1,4	1,7	1,3	1,4	1,2	1,3	1,3 ± 0,2	1,6 ± 0,2
14	1,7	1,9	1,3	1,7	1,4	1,6	1,1	1,3	1,4 ± 0,2	1,6 ± 0,2
15	1,3	1,8	1,4	1,7	1,1	1,4	0,8	1,1	1,2 ± 0,2	1,5 ± 0,3
16	1,6	1,8	1,4	1,6	1,2	1,5	1,1	1,5	1,3 ± 0,2	1,6 ± 0,2
17	1,0	1,6	1,3	1,6	0,9	1,2	0,9	1,1	1,1 ± 0,2	1,5 ± 0,2
19			1,2	1,3					1,2 ± 0,1	1,3 ± 0,1
23			1,2	1,4	1,0	1,1			1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,2
<b>Promedio sitio</b>	<b>1,7</b>	<b>2,1</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3 ± 0,3</b>	<b>1,7 ± 0,4</b>

Tabla 2. Incremento medio anual en diámetro según edad y calidad de sitio.

Edad	Calidad de sitio								x±s	
	Muy buena		Buena		Regular		Mala		Área basal (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Vol. total (m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup> )
	Área basal (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Vol. total (m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Vol. total (m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Vol. total (m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Área basal (m <sup>2</sup> *ha <sup>-1</sup> )	Vol. total (m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup> )		
4			1,46	3,6	1,33	3,2			1,41± 0,14	3,4± 0,4
5	8,25	28,8	3,53	10,1	1,38	3,4			3,10± 2,59	9,2± 9,1
6	6,97	27,6					1,02	2,2	4,00± 4,21	14,9± 17,9
7			5,10	17,6	4,10				4,60± 0,71	17,6± 3,4
8			4,07	14,4	4,00	13,3			4,06± 0,89	14,3± 3,3
9			8,03	32,0					8,03	32
10			9,10	41,4	5,62	21,5			7,94± 2,50	34,8± 13,5
11					7,73	28,0			7,73	28
12			8,89	41,8	9,84	37,2			9,17± 3,87	40,4± 18,7
13			8,14	39,3	7,48	32,1	2,73	8,5	7,57± 2,43	35,1± 14,1
14	8,69	52,0	8,02	39,8	5,62	24,3	6,38	21,7	6,83± 1,83	32,2± 11,3
15	32,50	199,7	13,37	64,7	8,11	32,7	7,13	26,2	12,15± 8,59	59,0± 53,2
16	11,58	63,0	13,34	66,9	8,29	37,1	9,28	34,5	9,99± 3,26	40,8± 21,7
17	19,76	124,1	11,00	55,3	7,86	28,8	6,31	20,2	11,13± 4,59	56,3± 34,6
19			6,47	34,6					6,47± 1,79	34,6± 10,6
23			11,15	63,2	5,15	26,7			7,88± 3,99	43,3± 24,9
<b>x ± s</b>	<b>14,19±9,15</b>	<b>82,5±61,5</b>	<b>7,76±3,85</b>	<b>37,6±21,4</b>	<b>6,06±3,35</b>	<b>25,4±14,5</b>	<b>6,02±3,47</b>	<b>21,1±13,7</b>	<b>7,44± 4,45</b>	<b>34,4± 26,1</b>

Referencias: x: media por edad; s: desvío estándar para cada edad

Tabla 3. Valores de área basal y volumen total según calidad de sitio y edad.

Calidad de sitio	Modelo	Coeficientes				AIC	BIC	ECMP
		B0	B1	B2	B3			
Buena	Logístico	32,81	4,14	0,17	-	373,58	382,90	7,48
	Gompertz	35,67	1,93	0,11	-	372,68	382,00	7,39
	Richards	39,64	-0,13	0,09	13,54	375,37	387,02	7,57
	Exponencial	11,57	0,05	-	-	392,32	399,31	9,70
Regular	Logístico	25,70	4,65	0,21	-	241,42	249,07	6,64
	Gompertz	26,54	2,15	0,16	-	241,52	249,17	7,15
	Richards	26,62	-0,13	0,15	15,24	243,54	253,10	6,80
	Exponencial	11,17	0,04	-	-	265,30	271,04	10,9

Tabla 4. Estadísticas y coeficientes de ajuste de los modelos.

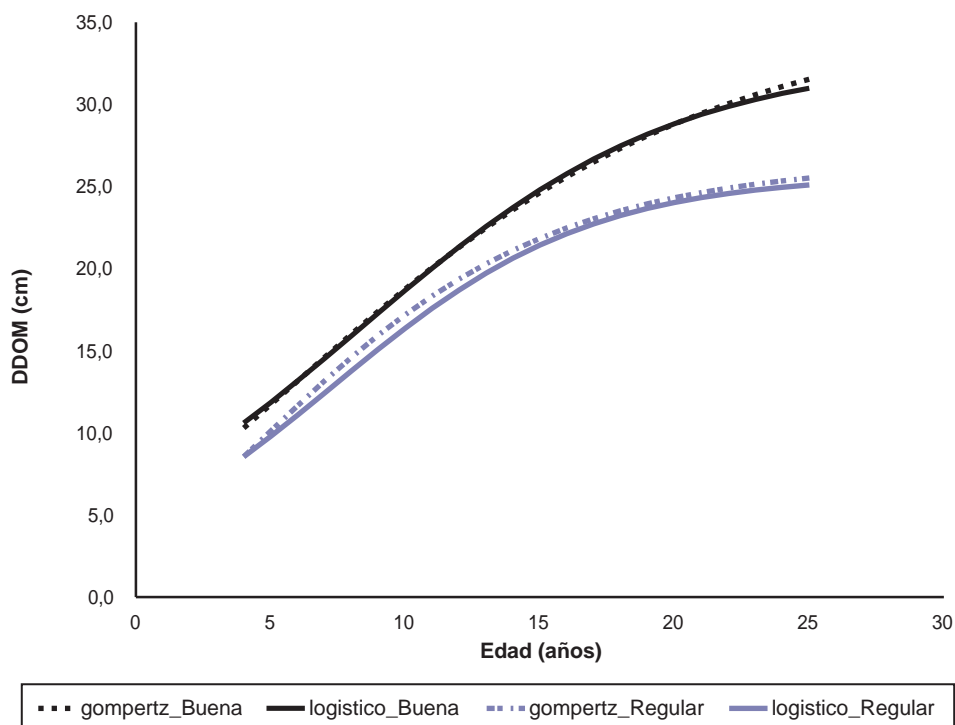


Figura 2. Gráfica de los modelos seleccionados para cada grupo de calidad de sitio.

niendo en cuenta los menores valores de ECMP, AIC, BIC y menor cantidad de variables (tabla 4), de esta forma, ambos pueden emplearse en la zona de estudio para estimar el diámetro de los ejemplares dominantes tomando como base la edad de la plantación y la calidad de sitio.

En la figura 2, se pueden observar las curvas de los modelos ajustados para cada grupo de calidad de sitio. En promedio, la brecha de crecimiento de DDOM a los 5 años es de 2 cm mientras que a los 23 años es de 6 cm aproximadamente.

En la figura 3 se observa que el ajuste fue superior en la calidad de sitio buena para ambos modelos seleccionados

en relación con la calidad de sitio regular; si bien en términos globales en la calidad de sitio regular se obtuvieron menores valores de ECMP, se observó una sobreestimación del DDOM a edades avanzadas.

Las estimaciones para calidades de sitio buenas permiten esperar diámetros superiores a los 30 cm en edades cercanas a los 25 años, similares a los estimados por Senilliani y Navall (2006) para el área de riego de Santiago del Estero y por Kees *et al.* (2014) para el centro oeste de la provincia del Chaco; dichos valores podrían ser superiores si además de la adecuada selección del sitio a plantar y



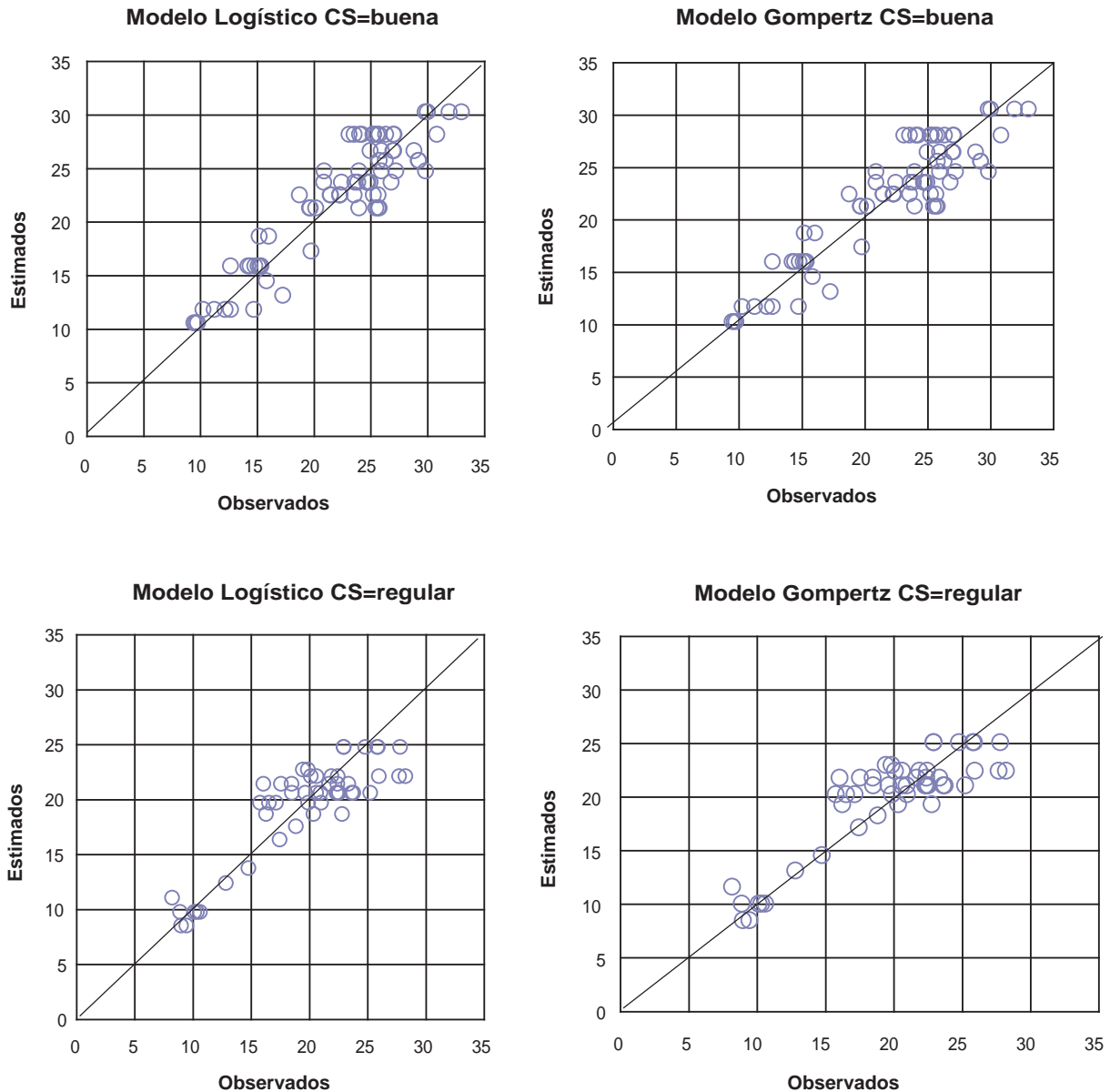


Figura 3. Valores de DDOM observados y estimados de los modelos seleccionados para ambos grupos de calidad de sitio.

manejo silvicultural, se incorpora material genético mejorado, de acuerdo con lo expresado por Felker *et al.* (2001), López *et al.*, (2001), Salto (2011) y Verga (2017).

Existe un alto potencial de mejora empleando calidad genética y un manejo orientado a la producción de madera de calidad que debe ser analizado en futuros trabajos.

### CONCLUSIONES

Los valores de las variables medidas representan una expresión orientativa de la capacidad productiva de la especie en la zona de estudio.

Se recomienda seleccionar correctamente los sitios donde plantar y además manejar la densidad correctamente

para lograr buenos resultados en términos de producción maderable.

Los modelos Logístico y de Gompertz permitieron estimar un turno tecnológico, con diámetros superiores a 30 cm a los 25 años de edad para los sitios de mejor calidad.

### BIBLIOGRAFÍA

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

ATANASIO, M.A. 2014. Influencia de la poda en el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. Quebracho (Santiago del Estero), 22(2), 66-78.

BONFANTI, F.; MERETZ, L.; MANOILOFF, R.; REY, W. 2006. El medio natural de la provincia del Chaco. Comunicaciones Cientí-

ficas y Tecnológicas 2006 Resumen: S-019, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes.

BURKART, A. 1952. Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. 2.ª ed. Acme, Buenos Aires.

BURKART, A. 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae, subfam. Mimosoideae). Journal of the Arnold Arboretum 57:217-525

CORONEL DE RENOLFI, M.; CARDONA, G.; MOGLIA, J.; GÓMEZ, A. 2014. Productividad y costos del raleo de algarrobo blanco (*Prosopis alba*) en Santiago del Estero, Argentina. Una primera aproximación Agrociencia Uruguay. Agrociencia Uruguay vol.18 n.º 2.

CUADRA, 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.º 18. Resistencia, Chaco.

DELVALLE, P. 2006. Raleos selectivos en forestación joven de algarrobo blanco *Prosopis alba* Griseb. II Jornadas Forestales de Santiago del Estero: "El árbol. Forestación y aprovechamiento integral del algarrobo". Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. (Disponle <http://fcf.unse.edu.ar/eventos/2-jornadas-forestales/pdfs/Raleos%20Selectivos%20en%20Forestacion%20Joven%20de%20Algarrobo%20Blanco.pdf> verificado: 17 de mayo de 2017).

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C.W. 2017. InfoStat versión 2017. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. (Disponible: <http://www.infostat.com.ar> verificado: 09 de mayo de 2017).

EWENS, M.; NAVALL, M. 2006. Silvicultura del algarrobo blanco. 2.º Jornadas Forestales de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales Santiago del Estero, Argentina. p. 7.

FELKER, P.; LOPEZ, C.; SOULIER, C.; OCHOA, J.; ABDALA, R.; EWENS, M. 2001. Genetic evaluation of *Prosopis alba* (algarrobo) in Argentina for cloning elite trees. Agrofor. Syst. 53:65-76.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES Y AGROPECUARIAS. 2013. Ministerio de la Producción. Gobierno de la Provincia del Chaco.

JUÁREZ DE GALINDEZ, M.; GIMÉNEZ, A.M.; RÍOS, N.; BALZARINI, M. 2005. Modelación de crecimiento en *Prosopis alba* Griseb. empleando dos modelos biológicos. Quebracho. Revista de Ciencias Forestales. (Disponible:<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48101203> verificado: 16 de octubre de 2017).

MICHELA, J.F.; KEES, S.M.; SKOKO, J.J. 2015. Evaluación del crecimiento de plantaciones juveniles de algarrobo blanco (*Prosopis alba* Griseb) en el centro oeste del chaco argentino. Revista temas Agrarios. Volumen 20, pp. 11-20.

KEES, S.M.; MICHELA, J.F.; SKOKO, J.J.; GOMEZ, C.A.; CRECHI, E.H.; LETOURNEAU, F.J. 2016. Índice de Sitio para *Prosopis alba* en la Provincia del Chaco. Actas de los resúmenes de las XVII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales.

KEES, S.; MICHELA, J.; SKOKO, J.J. 2014. Ajuste de funciones de crecimiento para la gestión sostenible de forestaciones con

*Prosopis alba* Griseb., en el centro oeste de la provincia del Chaco. Poster presentado en las xxviii Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia. Entre Ríos.

KEES, S.M.; MICHELA, J.F. 2016. Recomendaciones prácticas de poda y raleo con diferentes horizontes de planificación en la provincia del Chaco. Informe técnico. (Disponible : [https://inta.gov.ar/sites/default/files/recomendaciones\\_practicas\\_de\\_poda\\_y\\_raleo\\_0.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/recomendaciones_practicas_de_poda_y_raleo_0.pdf) verificado: 02 de mayo de 2017).

LÓPEZ, C.; MALDONADO, A.; SALIM, V. 2001. "Variación genética de progenies de *Prosopis alba*". Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 10 (1).

MARTÍNEZ-ZURIMENDI, P.; DOMÍNGUEZ-DOMÍNGUEZ, M.; JUÁREZ-GARCÍA, A.; LÓPEZ-LÓPEZ, L.; DE-LA-CRUZ-ARIAS, V.; ÁLVAREZ-MARTÍNEZ, J. 2015. Índice de sitio y producción maderable en plantaciones forestales de *Gmelina arborea* en Tabasco, México. Revista fitotecnia mexicana, 38(4), 415-425. (Disponible: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-73802015000400010&lng=es&tng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802015000400010&lng=es&tng=es) verificado: 16 de octubre de 2017).

PÉREZ, V. 2012. Raleo en forestación de algarrobos. (Disponible: [http://chaco-forestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica\\_20.html](http://chaco-forestal.blogspot.com.ar/p/informacion-tecnica_20.html) verificado: 18 de octubre de 2017).

PEREZ, V.; CAÑETE, M.; VICENTINI, G. 2016. Crecimiento de *Prosopis alba* Griseb. en rodales con distintas densidades postraleo. xxx Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia.

PERPIÑAL, E.; BALZARINI, M.; CATALÁN, L.; PIETRARELLI, L.; KARLIN, U. 1995. Edad de culminación del crecimiento en *Prosopis flexuosa* D.C. en el Chaco Árido Argentino. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. 4(1) :45-55.

RAMÍREZ, M.H.; TORRES, R.J. 1985. Análisis del desarrollo y estado actual de las experiencias prácticas y técnicas en la evaluación de plantaciones. Tercera reunión nacional sobre plantaciones forestales. Publicación Especial Instituto Nacional Investigaciones Forestales N.º (48). México. pp. 35-43.

SALTO, C.S. 2011. Variación Genética en progenies de polinización abierta de *Prosopis alba* Griseb. en la Región Chaqueña. Tesis de Maestría en Genética Vegetal área de mejoramiento genético UNR-INTA.

SENILLIANI, M.G.; NAVALL, M. 2006. Parámetros dasométricos de plantaciones de *Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco) del área de riego de la Provincia de Santiago del Estero. 2.ª Jornadas Forestales de Santiago del Estero, Facultad de Ciencias Forestales, p.Santiago del Estero, Argentina. 6.

TALEISNIK, E.; LÓPEZ LAUNESTEIN, D. 2011. Leñosas perennes para ambientes afectados por salinidad. Una sinopsis de la contribución argentina a este tema. Ecología Austral 21: 3-14

VALDORA, E.; JÁIMEZ, C. 2000. Propuesta de forestación con *Prosopis alba* en la región árida de Tucumán, Argentina. Multequina, 9: 155-160.

VERGA, A. 2000. Algarrobos como especies para forestación: una estrategia de mejoramiento SAGPyA Forestal 16: 12-19.

VERGA, A. 2017. Comunicación personal.