

## Efectos de la poda en plantaciones jóvenes de *Prosopis alba* Griseb en Santiago del Estero, Argentina

*Pruning effects on young plantations of Prosopis alba Griseb in Santiago del Estero, Argentina*

Navall, M.<sup>1</sup>; M. Ewens; M.<sup>2</sup> G. Senilliani<sup>3</sup> y C. Lopez<sup>3</sup>

Recibido en octubre de 2014; aceptado en octubre de 2015

### RESUMEN

*Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco), es una especie nativa con gran potencial forestal por sus características ecofisiológicas, las propiedades de su madera y un crecimiento satisfactorio. Sin embargo, la ramificación simpódica determina un modelo arquitectural que afecta la calidad maderera de las plantaciones y representa uno de los mayores desafíos para el manejo silvícola de las plantaciones.

Con el fin de evaluar los efectos de diferentes técnicas y frecuencias de poda, sobre el crecimiento, forma y calidad de fuste, se instaló un ensayo en una plantación de algarrobo con 625 árboles.ha<sup>-1</sup> en el Campo Experimental ubicado en Fernández, Santiago del Estero.

Los tratamientos que recibieron poda, mejoraron significativamente su sistema arquitectural, al contar con un menor número y grosor de ramas codominantes y mejor forma de fuste que el testigo. Sin embargo, todas las podas realizadas generaron impacto negativo en el crecimiento, tanto en diámetro como en la altura. El inicio tardío de las podas indujo la presencia de grandes cicatrices por la poda de ramas gruesas, que en el futuro afectarán la longitud de las trozas y/o la calidad de la madera.

Se recomienda que las podas de formación se inicien durante el reposo invernal en plantas que cuenten con 3-4 cm de diámetro de cuello y luego continuar con podas invernales o primavera-estivales de baja intensidad, hasta tanto se defina la longitud del fuste deseado.

**Palabras clave:** Podas; Sistema arquitectural; Manejo silvícola; Forma de fuste.

### ABSTRACT

*Prosopis alba* Griseb (white carob), is a native species with great afforestation potential in Chaco region. This is determined by its ecophysiological characteristics, the good properties of its timber and satisfactory growth in plantations. However, the sympodic branching pattern of *Prosopis* trees, determines an architectural model that affects the quality of timber plantations, and is one of the biggest challenges for the silvicultural management of plantations.

To assess the effects of different pruning techniques and frequencies on bole growth, shape and quality, a trial was implemented in a 625 tree.ha<sup>-1</sup> *Prosopis* plantation located in the experimental field in Fernández, Santiago del Estero.

The pruning treatments applied improved significantly the architectural system of trees by lowering the number and thickness of codominant branches compared to control. However, all the pruning treatments employed brought about diameter and height growth reduction. Late pruning practices induced the presence of large scars due to the pruning of thick branches that in time will have an effect on log length and/or wood quality.

It is recommend starting shape pruning on 3-4 cm neck diameter plants in wintertime the forming pruning when plants have 3-4cm to be continued with low intensity winter or spring-summer pruning meanwhile the desired bole length is defined.

**Keywords:** Pruning; Architectural system; Silvicultural management; Stem form.

<sup>1</sup> INTA EEA Santiago del Estero, Jujuy 850, CP4200 Santiago del Estero, Argentina, E-mail: navall.marcelo@inta.gob.ar

<sup>2</sup> EE Fernandez - UCSE, CP 4200 Sgo. del Estero

<sup>3</sup> Facultad Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero Av. Belgrano (s) 1912, CP 4200 Santiago del Estero, Argentina.

## 1. INTRODUCCION

*Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco), constituye una de las principales especies nativas del país como fuente de madera para aserrío, representando cerca del 20% del consumo nacional de maderas de especies nativas para este destino. Más del 80% de esta madera proviene de los bosques nativos de la región chaqueña, principalmente de las provincias de Chaco y Formosa (Verga, 2008).

*P. alba* es una especie con gran potencial para la forestación en la región Chaqueña, debido a sus características ecofisiológicas. De bajo requerimiento en fertilidad de suelos, tiene cierta tolerancia a suelos salinos y alta adaptación a condiciones extremas de temperatura, permitiéndole crecer en zonas donde otras actividades productivas han sido abandonadas (Verga, 2008).

La forestación con especies de alto valor económico, puede ser una propuesta productiva para zonas semiáridas, en aquellas superficies que originalmente han sido sometidas a un cambio en el uso del suelo, pasando de formaciones boscosas con predominancia de algarrobos a campos de uso agrícola. A partir de estos cambios, dichas superficies han perdido su capacidad productiva por factores como el manejo inadecuado del riego, habiéndose transformado en la actualidad en grandes extensiones salinizadas y de baja productividad. Cabe mencionar, la existencia de plantaciones realizadas en este tipo de sitios dentro del área de Riego del Río Dulce, Santiago del Estero, que han demostrado un crecimiento satisfactorio de la especie (Navall y Senilliani, 2004).

El manejo de la forma de las plantas en plantaciones de especies nativas resulta un desafío particular en *P. alba*, por el patrón de ramificación y el sistema arquitectural de la especie. Según Moglia *et al.*, (2013), esta especie se ajusta al modelo arquitectónico de Troll, donde el sistema de ramificación se define por la sucesión de módulos de ramificación. Cada módulo se forma a partir de tres ramas originadas de yemas laterales, una de las cuales aborta y una de las restantes, generalmente la más gruesa, se torna ortótropa y define el eje principal. De esta forma la planta se va formando por una sucesión de ejes plagiótropos, y es la causa por la que en plantaciones jóvenes se encuentra una gran proporción de plantas de baja calidad forestal, con gran cantidad de ramas, muchas codominantes, y fustes cortos. El modelo arquitectónico define la facilidad con que el manejo silvicultural podrá obtener un fuste recto y libre de ramas (Seitz, 1995).

Para abordar este desafío, se ha implementado en el campo Experimental Fernández, dependiente de la Estación Experimental Fernández, una red de ensayos orientada a definir prácticas silvícolas para lograr madera de calidad en plantaciones de *P. alba*. La poda es la principal práctica que puede mejorar la arquitectura de especies con crecimiento plagiótropo; pero la arquitectura de la planta dependerá también de las condiciones ambientales propias del lugar, del espaciamiento y la calidad genética del material utilizado. A mayor espacio para la expansión de la copa, más corto será el fuste, por lo cual el efecto de la sombra o competencia lateral que inhiba el crecimiento plagiótropo, también favorecerá a la formación de un mejor fuste (Moglia y Giménez, 2006).

El presente trabajo tiene el objetivo de profundizar en la investigación de la poda como práctica silvícola orientada a obtener madera de calidad en plantaciones de *P. alba*. Se evalúan los efectos de diferentes técnicas, frecuencias y oportunidades de poda, sobre el crecimiento, forma y calidad de fuste de *P. alba*, sobre una plantación de 5 años de edad al momento de la evaluación, con densidad de 625 árboles.ha<sup>-1</sup>.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

### 2.1. Material de ensayo

El ensayo se realizó en una plantación de algarrobo blanco, ubicado en el lote n° 37 del Campo Experimental sito en la localidad de Fernández, Provincia de Santiago del Estero-Argentina. Dicha Unidad es gestionada por la Estación Experimental Fernández en el marco del Convenio entre el Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero y la Universidad Católica de Santiago del Estero.

La región presenta un clima subtropical con estación seca, característico de la gran Llanura Chaqueña, con déficit hídrico y variabilidad climática dentro del ciclo anual y entre períodos anuales. Precipitaciones estivales, que oscilan entre 600 mm a 650 mm anuales. La temperatura media del mes más cálido es de 27 °C y la del mes más frío es de 13 °C, el período medio libre de heladas es de 285 días (Godagnone y de la Fuente, 2010). Los suelos del área se caracterizan por presentar una secuencia de horizontes A, AC, C1, C2, ligeramente evolucionados, bien drenados, débilmente estructurados, desarrollados en paisajes de bajadas en cauce y en la llanura aluvial sobre materiales fluvio-eólicos de texturas francas a franco-arenosas.

Son suelos con adecuada textura para el laboreo, pero de muy baja fertilidad natural por su bajo contenido en Carbono Orgánico, Nitrógeno, Fósforo, Capacidad de Intercambio Catiónico, medianamente bien provistos de Potasio, ligeramente ácidos, sin salinidad y ligeramente sódicos. Son suelos clasificados como Haplustoles énticos y se ubican en la unidad de mapeo MNen-1. (Angueira, 2013).

La plantación se realizó en el mes de mayo de 1998, bajo un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. Cada parcela estaba compuesta por 16 plantas, a una distancia de 4 x 4 metros, tomándose los datos en las 4 plantas centrales.

La preparación del lote para implantar el ensayo se hizo con dos pasadas cruzadas de rastra de discos y un emparejado posterior con cuchilla niveladora. Una vez realizada la plantación, se efectuó un riego localizado con el agregado de tres litros de agua en cada planta. Se colocaron protecciones individuales alrededor de cada planta, confeccionadas con ramas, para prevenir los ataques de liebres. En la primavera se realizaron dos riegos por inundación y un control mecánico de malezas con desmalezadora (noviembre). En marzo del año siguiente se realizó un desmalezamiento, debido a que el exceso de lluvias impidió que se realice esta tarea con anterioridad. En otoño y primavera se hicieron otros dos desmalezamientos alrededor de cada planta con azada y con desmalezadora manual, entre las líneas de plantas.

En los 3 años siguientes, se aplicaron 3 desmalezados mecánicos durante el período vegetativo, y en menor medida desmalezados manuales y químicos en forma localizada alrededor de cada planta.

En cuanto al riego por manto se realizaron, además de los del 1° año, un riego en septiembre de 1999 y tres riegos en el 2000, uno en verano y dos en invierno-primavera. En años sucesivos no se regó. En cada riego se aplicó una película de agua de 10 cm de espesor (equivalente a 100 mm de lluvia).

### 2.2. Tratamientos de campo

La tabla 1 muestra la secuencia de aplicación de las prácticas de poda a cada uno de los tratamientos y las fechas en que se realizaron las mediciones. Para cada tratamiento y medición, se indica el número de períodos vegetativos transcurridos desde la plantación (pvdp) hasta el momento de aplicación del tratamiento o medición. Se considera un período vegetativo al que

transcurre entre los meses de septiembre a marzo, fuera del cual se detiene completamente el crecimiento de la especie.

Los tratamientos aplicados son:

- T1: Poda inicial de formación en el 2° invierno con podas sucesivas anuales de invierno y de verano.
- T2: Poda inicial de formación en el verano (al 2.5 ciclos) con podas sucesivas bianuales de invierno y verano.
- T3: Poda inicial de formación en el 4° invierno con podas sucesivas Trianales de invierno y verano.
- Testigo: sin aplicación de tratamiento.

**Tabla 1.** Cronología de aplicación de las diferentes prácticas de manejo a cada tratamiento y oportunidades de medición. Para cada práctica y medición se indica el número de períodos vegetativos (pvd), transcurridos desde la fecha de plantación.

Esquema de aplicación de tratamientos						
Medición/Fecha/pvd	Fecha de la práctica	pvd	Práctica	Tratamientos		
				1	2	3
Med. 1 / Ene-01 / 2.5	Sep-99	1	Poda 1	✓		
Med. 2 / Sep-01 / 3	Ene-01	2.5	Poda de verano severa 2	✓	✓	
	Mar-01	3	Desbrote 1	✓	✓	
Med. 3 / Sep-02 / 4	Sep-01	3	Poda 3			✓
	Ene-02	3.5	Poda 4	✓		✓
Med. 4 / Agost-03 / 5	Sep-02	4	Poda 5	✓	✓	
	Dic-02	4.5	Poda 6	✓	✓	

#### Descripción de las prácticas:

##### 2.2.1. Poda 1

Ésta fue una poda leve, aplicada a T1. Se considera “poda leve” a la práctica que extrae un número escaso de ramas, conteniendo las mismas un volumen poco considerable en comparación al total de la planta. En general está circunscripta a eliminar el primer estrato de ramas, presente a los 30 cm.

##### 2.2.2. Poda de verano severa 2

En esta oportunidad, el criterio fue el de una poda severa, que comprendería poda de formación, eliminando todas las ramas codominantes importantes hasta los 2,2 metros de altura; y una poda de producción, eliminando todas las ramas laterales hasta aproximadamente 1/3 de la altura total del árbol. Esto implicó, en muchas plantas, la extracción de más del 50 % de la biomasa aérea.

##### 2.2.3. Desbrote 1

Al poco tiempo de la aplicación de la poda severa 2 en los tratamientos 1 y 2, se observó la aparición de gran cantidad de brotes laterales en los árboles podados, por lo cual se procedió a la eliminación de los mismos hasta 1/3 de la altura total del árbol.

##### 2.2.4. Podas de Invierno 1, 3 y 5

Estas podas se aplicaron antes del inicio de la brotación, a fines del invierno. En las tres oportunidades, el criterio de poda fue igual al trazado originalmente, es decir que comprendió la eliminación desde la base de todas las ramas codominantes importantes hasta los 2,20 metros de altura (considerada como poda de formación), sumado a la eliminación de todas las ramas laterales hasta aproximadamente 1/3 de la altura total del árbol (considerada como poda de

producción, para la obtención de madera libre de nudos). Podar a los 3 años significó cortar ramas gruesas (más de 6 cm de diámetro en el punto de inserción con el tallo).

#### 2.2.5. Podas de verano 4 y 6

Estas prácticas se aplicaron solamente a las plantas que lo necesitaban y en caso de que fuera posible llevarlas a cabo, puesto que muchas plantas no pudieron podarse en esta oportunidad debido especialmente a la presencia de tallos gruesos y/o muy lignificados.

### 2.3. Variables de evaluación

Las variables seleccionadas para evaluar el efecto de las prácticas aplicadas se reúnen en tres grupos:

- Relacionadas al crecimiento (diámetro y altura).
- Relacionadas a la ramificación (ramas codominantes y laterales).
- Relacionadas a la forma del fuste.

Junto a las mediciones se realizaron dibujos a escala de las plantas de cada parcela; para ello, el dibujante se colocaba a una distancia de 3,5 metros del árbol, y tomando una vara graduada como referencia, realizaba el dibujo, registrando sus ramas más importantes. El mismo se realizaba desde dos orientaciones (norte y oeste), para tener una visión más acertada de la forma y ramificación del árbol.

#### 2.3.1. Crecimiento

##### 2.3.1.1. Diámetro basal (cm) (Dac)

Diámetro del tallo principal, medido con calibre a 30 cm del suelo. Para árboles bi y/o trifurcados por debajo de los 30 cm, se selecciona uno de los tallos como principal y los demás se consideraron como ramas codominantes.

##### 2.3.1.2. Altura total (m) (HT)

Altura total del árbol, medido con vara graduada cada 50 cm.

##### 2.3.1.3. Crecimiento relativo

Crecimiento relativo se calcula como el cociente entre el incremento del período y el valor al inicio del mismo. Para visualizar el efecto de los tratamientos en el crecimiento, los incrementos relativos calculados se expresan en porcentaje del incremento relativo del testigo. De esta manera, valores cercanos a 100% indican un incremento relativo similar entre el tratamiento y el testigo en el período considerado; mientras que el desvío respecto de 100% denota la magnitud de la diferencia observada.

#### 2.3.2. Ramificación

##### 2.3.2.1. N° de ramas codominantes (NRCo)

Número total de las ramas codominantes dentro de la altura de referencia. Se consideran ramas codominantes a aquellas, de igual diámetro, que provocan bifurcaciones del fuste. Se determina por conteo, desde la base hasta la denominada altura de referencia. La altura de referencia es una altura de evaluación del fuste, variable según la medición: Mediciones 1 y 2: 1m; Medición 3: 1,4m; Medición 4: 1,8m. En las mediciones 1 a 3 el conteo se realizó indirectamente sobre dibujo a escala del árbol, mientras que en la medición 4 el mismo se realizó directamente sobre el árbol.

##### 2.3.2.2. N° total de ramas codominantes (NTRCo)

Número total de ramas codominantes hasta una altura de 2,4m, contadas sobre el árbol en medición 4.

#### 2.3.2.3. N° de ramas laterales (NRLa)

Número total de ramas laterales desde la base hasta la altura de referencia. Ramas laterales son aquellas que no implican una bifurcación y son claramente menores en diámetro al tallo principal en su punto de inserción. Determinada por conteo sobre dibujo a escala en mediciones 1 a 3 y por conteo sobre el árbol en medición 4. En esta última, y solamente para esta variable, la altura de referencia fue de 2m.

#### 2.3.2.4. N° total de ramas laterales (NTRLa)

Número total de ramas laterales hasta una altura de 2,4m, contadas sobre el árbol en medición 4.

#### 2.3.2.5. Sección equivalente de ramas codominantes (proporción) (SERco)

Razón entre la suma de secciones basales de las ramas codominantes hasta 2,4m de altura (calculada a partir de la medición con calibre de los diámetros basales de estas ramas) y la sección basal del árbol (calculada a partir de  $D_{ac}$ ).

#### 2.3.2.6. Sección equivalente de ramas laterales (proporción) (SERLa)

Razón entre la suma de secciones basales de las ramas laterales hasta 2,4m de altura (calculada a partir de la estimación del diámetro basal de las ramas laterales en clases de 1 cm) y la sección basal del árbol (calculada a partir de  $D_{ac}$ ).

### 2.3.3. Forma del fuste (mediciones 1 a 3)

#### 2.3.3.1. Inclinación del tallo (proporción) (InTa)

Razón entre la desviación del tallo respecto de la vertical y la altura de referencia. Calculado a partir de la medición del ángulo de inclinación sobre dibujo a escala del árbol.

### 2.3.4. Forma de fuste (medición 4)

#### 2.3.4.1. Inclinación de la troza (proporción) (Itr 0-30%); (Itr 30-60%)

Razón entre la desviación del tallo respecto de la vertical y la altura de referencia. La desviación del tallo se determina midiendo con cinta la distancia desde el eje del árbol en la base, hasta la proyección ortogonal del mismo eje a la altura de la troza evaluada, materializado mediante una plomada de albañil.

#### 2.3.4.2. Índice de forma de fuste (adimensional) (IFF)

Índice calculado como la suma ponderada del producto del tipo de troza por su inclinación, con un peso del 60% para la primera troza (0-30% de HT) y un 40% para la segunda (30-60% de HT).

## 2.4. Análisis estadístico

Se modeló las variables  $D_{AC}$ ,  $H_t$ ,  $NRCo$ ,  $NRLa$  e  $InTa$  para medidas repetidas en el tiempo, mediante un modelo lineal mixto de ANOVA. El modelo propuesto se describe a continuación.

$$Y_{ijkl} = \mu + Bloi + Tratj + Tik + Trat * Tijk + Parl + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = en el  $i$ ésimo bloque del  $j$ ésimo tratamiento en el  $k$  tiempo medido en la  $l$  parcela.

$\mu$  = es el promedio general.

$Bloi$  = es el efecto del bloque  $i$ , variando  $i$  de 1 a 5.

Trat<sub>j</sub>= representa el tratamiento j, variando j de 1 a 4.

Tik = representa el tiempo k, variando k de 1 a 4.

Trat\*Tijk = representa la interacción entre el tratamiento j y el tiempo k.

Parl = Representa la parcela l, variando l de 1 a 20 (efecto aleatorio)

eijkl= representa el error debido al azar en el iésimo bloque del jésimo tratamiento en el k tiempo medido en la l parcela.

Los análisis estadísticos se realizaron con el Software Infostat version 2015.

Se testearon modelos con diferente estructura de correlación para los términos de error. Para la variable Dac, Ht, NRCo se evaluaron los modelos usando el criterio de Akaike (AIC); seleccionándose un modelo con efectos aleatorios de bloque, estructura autorregresiva de orden 1 entre los errores de la misma parcela y varianza residual diferente en los distintos tiempos. Para la variable NRLa se evaluaron los modelos con igual criterio, seleccionándose un modelo con efecto aleatorio de bloque, correlación constante entre datos de la misma parcela y varianza diferente en los distintos tiempos. Finalmente para la variable InTa se seleccionó el modelo con efecto aleatorio de bloque, estructura autorregresiva de orden 1 entre los errores de la misma parcela y varianza residual constante en el tiempo. Las diferencias entre medias se realizó mediante el test DGC con un alfa=0.05.

Las demás variables NTRCo, NTRLa, SERco, SERLa, Itr 0-30%, Itr30-60% e IFF han sido evaluadas solo al final del periodo (agosto 2003) y fueron sometidas a análisis de varianzas y al test de comparación de medias con la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). El siguiente modelo lineal puede ser postulado para explicar la variación de la respuesta, que en el bloque i recibe el tratamiento j, obtenida en un diseño en bloque con sólo un factor tratamiento:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + \text{trat } j + e_{ij}$$

Donde :

$\mu$ = media general,

$B_i$ = el efecto del i-ésimo bloque, variando i= de 1 a 5.

trat j= el efecto del j-ésimo tratamiento, variando j= de 1 a 4.

$e_{ij}$ = es el error aleatorio asociado a la observación  $Y_{ij}$ .

Se realizaron inferencias acerca de las medias de las variables para cada uno de los tratamientos analizados.

### 3. RESULTADOS

La Tabla 2 muestra, para cada tratamiento, las medias para cada una de las variables de evaluación, en las cuatro mediciones realizadas.

Para las variables discretas (NRCo, NTRCo, NRLa, NTRLa), los valores mostrados corresponden a las medianas.

En la primera medición (Ene-01), la práctica Poda 1, a los 16 meses de ser aplicada, no demostraba tener efecto alguno en las variables de evaluación. Una excepción fue NRLa, donde se observan diferencias significativas entre tratamientos. Aunque las mismas se advierten en el tratamiento que no recibió ninguna práctica, el testigo, se puede atribuir este comportamiento a la variabilidad genética en los individuos.

### 3.1. Efecto de los tratamientos en el crecimiento

A continuación la Tabla 2 y 3 muestran los resultados de las mediciones por variable de evaluación y los incrementos relativos para estas mismas variables, tratamientos e intervalos de evaluación, respectivamente.

Se destaca que el intervalo Ene-01/Sep-01 es de solo medio período vegetativo, mientras que los demás corresponden a períodos vegetativos completos.

**Tabla2.** Valores promedios alcanzados por cada tratamiento en la fecha de medición, para las variables relacionadas al crecimiento, ramificación y forma de fuste.

Variable	Fecha de Medición	Medias corregidas/ medianas por tratamientos (T)			
		T 1	T 2	T 3	Testigo
Dac	Ene-01	3,05d	2,77d	3,69d	3,26 d
	Sep-01	<b>3,50 d</b>	<b>3,33d</b>	<b>5,99c</b>	<b>5,07c</b>
	Sep-02	<b>5,49c</b>	<b>5,24c</b>	<b>7,09b</b>	<b>7,25 b</b>
	Ago-03	<b>7,84 b</b>	<b>7,42 b</b>	<b>12,09a</b>	<b>10,65a</b>
HT	Ene-01	1,94 d	1,95 d	2,24d	2,11 d
	Sep-01	<b>2,32 d</b>	<b>2,15 d</b>	<b>2,79c</b>	<b>2,67 c</b>
	Sep-02	<b>3,03c</b>	<b>2,97 c</b>	<b>3,82 b</b>	<b>3,49b</b>
	Ago-03	<b>3,92b</b>	<b>3,96b</b>	<b>5,26a</b>	<b>4,9a</b>
NRCo	Ene-01	1c	1c	1c	1c
	Sep-01	<b>0 d</b>	<b>0 d</b>	<b>1 c</b>	<b>1 c</b>
	Sep-02	<b>0d</b>	<b>0 d</b>	<b>0 d</b>	<b>1 b</b>
	Ago-03	<b>2 b</b>	<b>1 b</b>	<b>1 b</b>	<b>3 a</b>
NTRCo	Ago-03	<b>4 bc</b>	<b>3 b</b>	<b>3 ab</b>	<b>4 c</b>
NRLa	Ene-01	<b>3 c</b>	<b>2 c</b>	<b>3 c</b>	<b>2 d</b>
	Sep-01	1d	1 d	2 c	1 d
	Sep-02	<b>5 b</b>	<b>4 b</b>	<b>5 b</b>	<b>2d</b>
	Ago-03	12 a	11 a	10 a	8 a
NTRLa	Ago-03	<b>16 ab</b>	<b>13 ab</b>	<b>13,5 ab</b>	<b>9 a</b>
SERco	Ago-03	<b>0,57 a</b>	<b>0,4 a</b>	<b>0,55 b</b>	<b>0,97 c</b>
SERLa	Ago-03	<b>0,71 b</b>	<b>0,52 ab</b>	<b>0,47 ab</b>	<b>0,29 a</b>
InTa	Ene-01	0,39 a	0,47 a	0,49 a	0,46 a
	Sep-01	<b>0,14 b</b>	<b>0,22 b</b>	<b>0,41 a</b>	<b>0,48 a</b>
	Sep-02	0,29 a	0,37 a	0,32 a	0,38 a
Itr 0-30%	Ago-03	<b>0,08 a</b>	<b>0,11 ab</b>	<b>0,11 ab</b>	<b>0,18 b</b>
Itr 30-60%	Ago-03	0,09 a	0,12 a	0,11 a	0,12 a
IFF	Ago-03	<b>0,19 a</b>	<b>0,26 a</b>	<b>0,28 ab</b>	<b>0,45 b</b>

Letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos, dentro de medición, mediante el test DGC con un alfa=0.05 y el Test de Tukey para p<0.05.

**Tabla 3.** Incrementos relativos registrados por periodos, en el crecimiento de la variable Dac y HT para cada tratamiento, expresados como porcentaje del incremento relativo observado en el testigo.

Var	Período	Tratamiento		
		1	2	3
Dac	Ene-01/Sep-01	30 %	43 %	116 %
	Sep-01/Sep-02	135 %	135 %	37 %
	Sep-02/Ago-03	94 %	84 %	155 %
HT	Ene-01/Sep-01	73 %	42 %	96 %
	Sep-01/Sep-02	107 %	126 %	123 %
	Sep-02/Ago-03	81 %	85 %	89 %

### 3.1.1. Crecimiento en diámetro basal (Dac)

La poda severa de verano 2 (Enero 2001) tuvo un importante efecto negativo en el crecimiento en Dac, denotada por una significativa disminución de esta variable en los tratamientos podados. En solo medio período vegetativo después de la aplicación de esta práctica, los tratamientos podados (T1 y T2) presentaban en promedio un incremento relativo para esta variable del 42 % del observado en el testigo. En los incrementos relativos (tabla 3), se observan diferencias entre las medias de los tratamientos podados, que indican una respuesta diferenciada a los tratamientos aplicados. T1 es el más afectado, con un incremento relativo un 70 % menor al observado en el testigo, seguido por T2, con el 57 %. En el caso de T3, a pesar de no haber recibido práctica alguna hasta el momento de la medición 2, presenta un incremento relativo un 16 % superior al del testigo.

En la poda de invierno 3 (Septiembre 2001) se observó nuevamente una reducción de Dac, que provocó la pérdida de la diferencia significativa que presentaba T3 respecto de los tratamientos que recibieron la poda severa 2. En crecimiento relativo, se observó en este tratamiento una caída del 63 % respecto del testigo. Los tratamientos que recibieron la poda severa 2 (T1, T2), mostraron una rápida recuperación al no ser podados en el período vegetativo siguiente. Los tratamientos T1 y T2 (que no recibieron la poda 3), mostraron un incremento relativo superior al del testigo (35 %), sin embargo mantienen aún diferencias significativas respecto del mismo. Las podas 4 y 6 realizadas en verano (Enero y Diciembre 2002) han sido menos intensas y de menor impacto en las variables de crecimiento.

Si se observa en la Figura 1a, en la medición Ago-03 (edad 5 años y 4 meses) los tratamientos 1 y 2 cuentan con un diámetro basal de 3 - 4,5 cm menor que el testigo y el T 3.

El efecto de la poda de Invierno 5, fue aún de menor intensidad que las podas anteriores (en particular respecto de la poda severa 2), evidenciado por la reducida merma en el crecimiento relativo respecto del testigo, que en los tratamientos que recibieron esta poda osciló entre el 84 y 94%. En la medición 4, se observó en T3 una rápida recuperación del efecto de la poda del período vegetativo anterior. Este tratamiento mostró un incremento relativo un 55% mayor al del testigo en el mismo período, aunque no presenta diferencias significativas con el mismo, según el Test de DGC.

### 3.1.2. Crecimiento en altura total (HT)

Para esta variable, se repite el efecto observado de la poda severa 2 en el crecimiento en diámetro basal, sin embargo la disminución del crecimiento fue menos marcada. Dentro del período evaluado en la medición 2, T2 presentó el menor incremento relativo, de un 58 % menor al del testigo, mientras que el otro tratamiento podado T1, mostró una reducción del 27

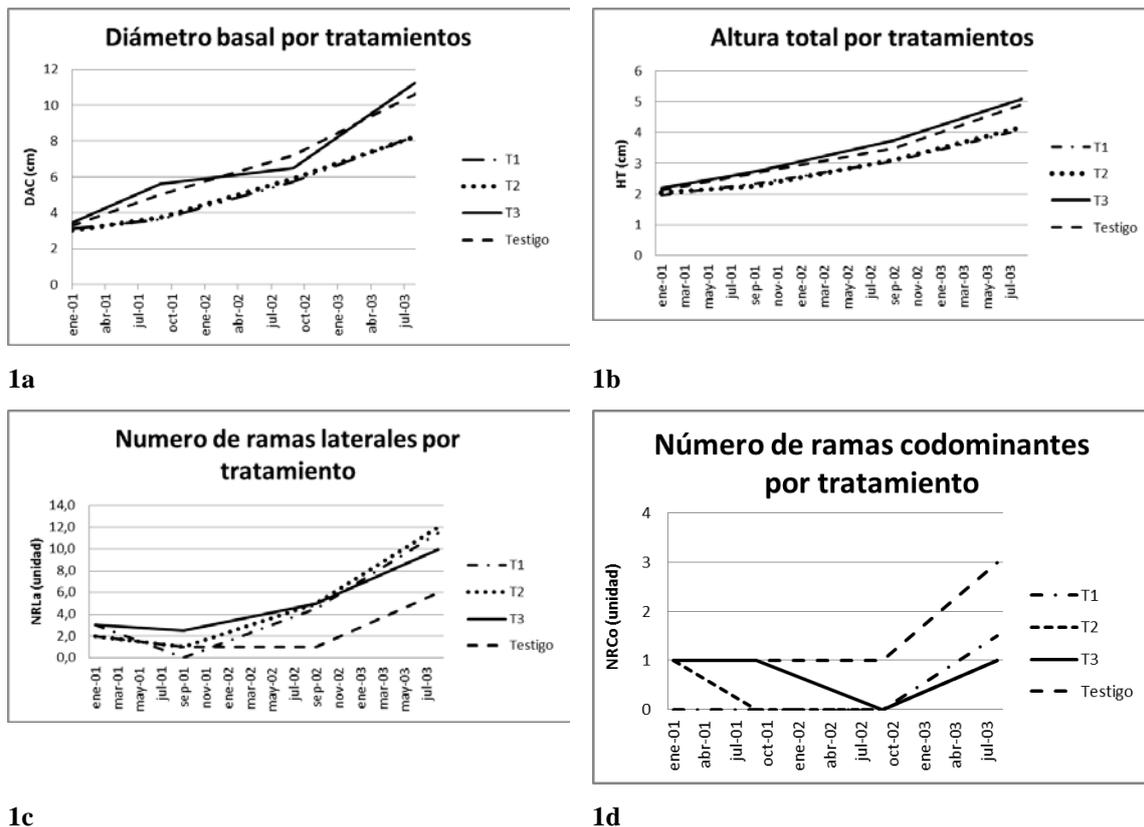
%. En esta medición, ninguno de los tratamientos que recibieron la poda severa 2, presentaron diferencias significativas con el testigo. Solamente se observaron diferencias significativas entre los tratamientos T2 y T3, podado y no podado, respectivamente (Figura 1b).

En contraste con lo observado en Dac, la aplicación de la poda 3 estimuló un mayor crecimiento relativo en HT del T3. En este caso, el incremento fue del 23 % mayor al observado en el mismo período en el testigo. Por ello, y a diferencia de lo observado en Dac, este tratamiento aumentó sus diferencias con otros tratamientos que no recibieron la poda 3, como T1 y T2, resultando diferencias significativas.

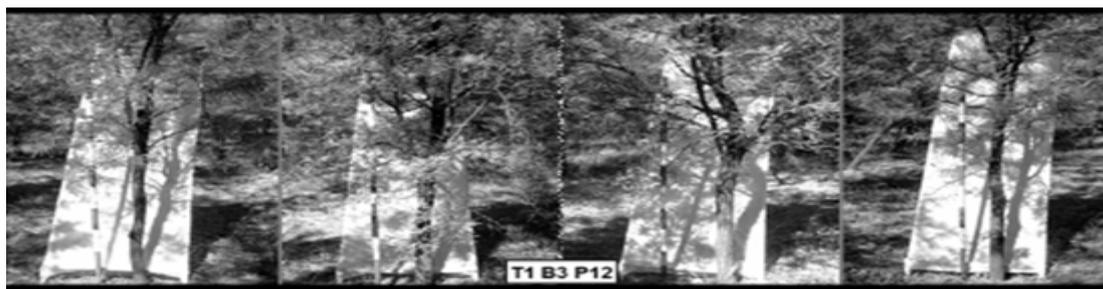
Las podas 4 y 6 realizadas en verano (Enero y Diciembre 2002) han sido menos intensas y de menor impacto en esta variable de crecimiento.

La poda invernal 5 (Sep-02) tuvo un efecto leve en los tratamientos T1 y T2 (que recibieron la misma práctica), solamente tuvieron un crecimiento del 19 y 15 % menor al del testigo, respectivamente, diferenciándose significativamente de T3 y del testigo. A pesar de no haber recibido esta poda, el T3 mostró una disminución en el crecimiento relativo del 11 % respecto del testigo, mostrando un efecto opuesto al observado para la misma práctica en Dac.

Al pvdp 5 (Ago-03) se registra un crecimiento en altura de 4 a 5 metros en general para los tratamientos en evaluación, registrando el mayor crecimiento, el tratamiento con menos podas.



**Figura 1.** Evolución de las variables de análisis durante el período de mediciones para cada tratamiento aplicado



2a



2b



2c



2d

**Figura 2.** a-Individuos del Tratamiento 1 con Poda inicial de formación en el 2º invierno con podas sucesivas anuales de invierno y de verano. b- Individuos del Tratamiento 2 con poda inicial de formación en el verano (al 2.5 ciclos) con podas sucesivas bianuales de invierno y verano. c- Individuos del Tratamiento 3 con poda inicial de formación en el 4º Invierno con podas sucesivas Trianauales de invierno y verano. d - Individuos del tratamiento testigo (T5).

### 3.2. Efecto de los tratamientos en la ramificación

En el sitio del estudio, se pudo observar que las ramas en el árbol se distribuyen formando estratos de 3 ramas a lo largo del tallo siguiendo un sistema de ramificación simpódico, en coincidencia con Moglia y Gimenez (2006), que expresa la potencialidad del tallo de generar tres ramas a partir de yemas laterales, una de ellas aborta y de las restantes, generalmente la más

gruesa se torna ortótropa y define el eje principal. Normalmente se dispone el estrato inferior por debajo de los 30 cm, el segundo aproximadamente, a los 70 cm, el tercero a los 120 cm, etc.; y lo que sucede normalmente es la formación de dos estratos por año.

La poda severa 2 tuvo un marcado efecto positivo en la eliminación de las ramas codominantes, observándose en la medición 2 diferencias altamente significativas en NRCo entre todos los tratamientos podados y los no podados (Figura 1d). El mismo efecto se observó con la aplicación de la poda 3, que diferenció significativamente a T3 del testigo en la medición 3. La poda 4, en cambio, tuvo un efecto diferenciado de los tres tratamientos, con respecto del testigo. En lo que respecta a NTRCo, T2, T3 presentan menos ramas codominantes que el testigo; mientras que T1, que es el tratamiento que más podas recibió, no se diferencia del testigo en el número de ramas codominantes hasta los 2,4 m de altura (NTRCo).

Considerar que este resultado, no significa que ambos tratamientos brinden trozas de la misma longitud, si bien T1 y el testigo presentan igual número de ramas codominantes, la magnitud, incidencia y localización de esas ramas no es la misma que el testigo, ya que este presenta ramas codominantes de mayor diámetros y distribuidas a lo largo del tallo, y T1 concentra sus ramas en la parte superior. Esta situación la observamos con claridad en los resultados obtenidos a continuación por la variable SERCo.

En lo que respecta a las ramas laterales, se observaron diferencias significativas en NRLa entre tratamientos en la medición 1, sin embargo los mismos no tienen explicación aparente ya que ocurren entre tratamientos que para esta oportunidad no habían recibido ninguna práctica, como son T3 y el testigo. En la medición 3 vuelven a aparecer diferencias significativas, observándose que todos los tratamientos podados presentan más ramas laterales que el testigo (Figura 1c). Los tratamientos que recibieron la poda severa 2, fueron posteriormente desbrotados (eliminación de ramas laterales), mientras que al T3 no se le aplicó desbrote después de haber recibido la poda 3, por no considerarlo necesario en ese momento. A pesar de esta diferencia en las prácticas aplicadas, los tratamientos no presentan, en la medición 3, diferencias significativas entre sí.

En cuanto a la variable SERCo, en la medición 4, el testigo presenta un valor de 97 %, que indica que la suma de las secciones basales de las ramas codominantes hasta 2,4 m de altura es prácticamente igual a la calculada a partir del dac. Este valor es significativamente superior a los valores de los tratamientos T1 y T3 (en promedio 56 %) y mayor aún al tratamiento T2 (40 %).

Para SERLa, se observa un efecto opuesto al anterior. Mientras que el valor en el testigo es bajo (29 %), el tratamiento T1 es significativamente superior con un valor de 71 %, y los demás tratamientos se ubican en un grupo homogéneo intermedio, sin diferencias significativas con el testigo.

### 3.3. Efecto de los tratamientos en la forma de fuste

La medición correspondiente a Sep-01, es la única que muestra diferencias significativas en cuanto a la variable InTa, observándose una menor inclinación relativa en los tratamientos (T1 y T2) respecto del testigo.

En la medición 4, en cambio, se observan diferencias significativas en la forma de fuste evaluada por la inclinación (ITr 0-30 %), según la cual todos los tratamientos podados, con mayor diferencia aun el T1, presentan mejor forma de fuste (hasta el 30 % de HT) que el testigo. Esta diferencia se pierde al evaluar la troza que va del 30 al 60 % de HT, se puede inferir que este efecto se deba a la competencia lateral, que superado los dos metros de altura, las ramas/tallos son más erectos y derechos.

El índice que combina ambas variables de inclinación, IFF, muestra diferencias significativas entre el testigo y el grupo de tratamientos T1 y T2.

#### 4. DISCUSIÓN

La práctica poda 1 no tuvo efecto alguno en las variables evaluadas. Al momento de aplicación, un período vegetativo después de la plantación, las plantas no mostraban aún un crecimiento significativo, esto puede estar relacionado a la falta de aplicación en tiempo y forma de cuidados culturales por un período con exceso de lluvias.

Este retraso provocó que los datos de crecimiento (diámetro y altura) obtenidos en la 1<sup>o</sup> medición (Ene-01) sean equivalentes a los obtenidos de plantaciones bien cuidadas y con una edad de un ciclo vegetativo menos.

Todas las podas posteriores tuvieron un impacto negativo en el crecimiento (especialmente en *Dac*), proporcional a la intensidad de poda. Sin embargo, la poda más severa y perjudicial fue aplicada a T1 y T2 durante el período vegetativo (verano), a diferencia de las podas siguientes que se aplicaron en el período de reposo o en verano pero leves. Es probable que el importante impacto negativo observado a causa de la poda severa 2 se deba no sólo a la intensidad de la misma, sino también a la época en que fue aplicada.

Si bien se produce este retraso en el ritmo de crecimiento, la recuperación en los tratamientos podados al cabo de un año, es notablemente mayor en relación al testigo, este comportamiento coincide con observaciones de Elfadl y Luukkanen (2003) citado por (Álvarez *et al.*, 2013) para *Prosopis juliflora* (SW)DC, quienes indican que esta respuesta podría implicar partición de asimilados que tiende a la recuperación del área de la hoja, lo que podría deberse a un mejor estado en el potencial hídrico en hojas, fuste, una mayor eficiencia en el uso del agua, o a un crecimiento compensatorio con el consiguiente aumento en la tasa fotosintética.

La medición 3 (Sep-02) se realizó un período vegetativo después de la aplicación de la poda 3. Esta poda invernal, a diferencia de la poda anterior estimuló el crecimiento en altura que podría responder a la mayor competencia por luz que se registra ya al cuarto período vegetativo pos-plantación y a contar con una copa más reducida y por ende menor superficie fotosintética activa, que estimularía un mayor elongamiento de la planta en busca de luz.

Hay que considerar también, que las variables de ramificación (NRCo, NTRCo, NRLa y NTRLa) evalúan el número de ramas codominantes hasta una altura fija por medición (mediciones 1 y 2: 1 m., Med. 3: 1.4 m y Med 4: 1.8 m), a igual edad, cuando existen diferencias en altura entre tratamientos, se juzga con mayor severidad a los tratamientos de menor altura. Por ejemplo, para la medición 4 la altura de referencia para NRCo y NRLa es del 35 % de la altura total de T3 (5.09 m.), mientras que para T1 y T2 es del 44 % con 4.09 y 4.18 m respectivamente.

En la variable NTRLa, en la medición 4, se observa una leve diferencia de los tratamientos (T1, T2 y T3) con respecto al testigo, que no llega a ser significativa. Es probable que el comportamiento de estos tratamientos con respecto al testigo se deba a la incidencia de la poda, que al generar remoción de biomasa, se produce un desbalance en la superficie foliar remanente, que incide en una mayor emisión de ramas laterales que cumplan con la función fotosintética.

En cuanto al número total de ramas codominantes (NTRCo), T1 el que presenta mayor cantidad de ramas tanto codominantes como laterales a pesar de ser un tratamiento con alta frecuencia de podas, mostrándose similar al testigo.

En lo que respecta a la forma de fuste lograda, a través de la inclinación de los tallos, y tipo de tallo como variable de evaluación, se demuestra que no existe un comportamiento definido que favorezca a un determinado tratamiento, pero si se perciben diferencias significativas en la inclinación de la troza hasta el 30 % de la altura, a favor de los tratamientos con poda, a diferencia del IFF que si muestra diferencias significativas para el T1 y T2 con respecto al testigo. El comportamiento diferencial en la inclinación de la troza hasta el 30 % se explica mediante el efecto de la poda, ya que el codo que forma dos ramas codominantes, al removerla, endereza el tallo respecto del testigo. También, al tener mayor edad y más diámetros las

pequeñas desviaciones -en termino relativos- producían efecto de gran deformación que se van corrigiendo con el engrosamiento.

Uno de los motivos que conducen a la implementación de podas a una edad temprana es a los fines de evitar grandes heridas en el tallo ocasionadas por la poda de ramas de diámetro considerable (+ 4 cm) y que, en el futuro, producirán fallas tecnológicas a la madera. Además no podar plantaciones originadas de material genético no domesticado y/o sin mejora por fuste, implica que las plantas mantengan sus ramas codominantes hasta la edad muy cercana al turno esperado de corte (22-25 años), lográndose de esta manera trozas de corta longitud. También existen otras causas, tales como las heladas y ataques de insectos que mal forman los tallos y que justifican las podas tempranas.

La estrategia de manejo elegida para esta especie, es contar a corto plazo, con una planta provista de un solo fuste de la mayor longitud posible, en posición vertical, recta, libre de ramas codominantes y sin heridas abiertas de gran tamaño, aun cuando esto signifique una pérdida en la biomasa producida.

## 5. CONCLUSIONES

Todos los tratamientos podados presentaron menor número y grosor de ramas codominantes que el testigo, con lo cual tuvieron (sin diferencias entre ellos) mejor forma de fuste que el testigo.

Todas las podas realizadas generaron impacto negativo en el crecimiento, tanto en diámetro como en altura. Este efecto es más grave cuando la poda severa es realizada durante el período vegetativo de crecimiento, siendo más leve el efecto en las podas invernales.

Iniciar tardíamente las podas (T3) induce a la presencia de grandes cicatrices en el tallo por la poda de ramas de gran diámetro que en el futuro afectarán la longitud de las trozas y/o la calidad de la madera.

Iniciar la poda con plantas muy pequeñas (con Dac menores a 3 cm) implicará mayor número de podas y mayores costos que no conducen a mejores fustes.

Hasta tanto se cuente con material de propagación mejorados genéticamente por fustes y se conozca el efecto del distanciamiento, se recomienda para plantaciones con esta densidad o menor y en sitios similares, que las podas se inicien con objetivos de formación, durante el reposo invernal, cuando las plantas tengan 3-4 cm de diámetro en la base (normalmente al 2° ciclo) y luego continuar con podas leves, tanto invernales como de primavera-verano hasta tanto se defina la longitud del fuste deseado.

Si bien el objetivo de este ensayo fue evaluar el efecto de diferentes frecuencias de poda, se considera necesario realizar nuevas investigaciones para evaluar el efecto de diferentes épocas e intensidades de poda, y su interacción con el distanciamiento.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez J.; P. Villagra, R. Villalba y G. Debandi, 2013. "Effects of the pruning intensity and tree size on multi-stemmed *Prosopis flexuosa* trees in the Central Monte, Argentina". *Forest Ecology and Management* [en línea]. 310 (2013) [fecha de consulta: 10 de julio, 2014], p857–864. Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112713006476>>

- Angueira C., 2013. “Módulo Sistemas silvopastoriles con Algarrobo blanco para la región chaqueña”. INTA EEA Santiago del Estero. Informe interno de INTA.
- Godagnone R., y J. de la Fuente. 2010. “Regionalización ecológica del NOA”. Instituto de Suelos CIRN-INTA. [en línea] [Fecha de consulta: 15 de Julio 2014] Disponible en: <<http://agrolluvia.com/wp-content/uploads/2010/05/REGIONALIZACION-ECOLOGICA-DEL-NOA.pdf>>
- Grupo Infostat: InfoStat software estadístico versión 2015 “Manual de usuario”, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina, 2008. [en línea] [fecha de consulta: 13 de mayo 2015] Disponible en: <<http://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id37>>
- Moglia J., A. Giménez, 2006. “Análisis de la arquitectura Vegetal: Resultados preliminares de la Arquitectura vegetal de *Prosopis alba* y *P. nigra*”. II Jornadas Forestales de Santiago del Estero, El algarrobo. [DVD con ISSN 1669-5070.] [fecha de consulta: 15 de Julio 2014]
- Moglia, J.; D. González; A. Cisneros y E. Pan, 2013. “Caracterización y evaluación de la calidad de madera de *Prosopis alba* en rodales semilleros”. Jornadas de Proyectos de Investigación aplicada (PIA, 2013) [en línea] [fecha de consulta: 16 de julio de 2014] Disponible en: <[http://64.76.123.202/site/forestacion/proyectos\\_forestales/20-Proyectos de Investigación Aplicada \(PIA\)/05-Jornadas PIAs/08 Moglia et al Caracterización y evaluación de la calidad de madera de Prosopis alba PIA 10050.pdf](http://64.76.123.202/site/forestacion/proyectos_forestales/20-Proyectos_de_Investigacion_Aplicada_(PIA)/05-Jornadas_PIAs/08_Moglia_et_al_Caracterizacion_y_evaluacion_de_la_calidad_de_madera_de_Prosopis_alba_PIA_10050.pdf)>
- Navall, M. y M. G. Senilliani. 2004. “Crecimiento y calidad maderera de plantaciones de *Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco) en el Área de Riego del Río Dulce, provincia de Santiago del Estero”. Actas de XIX Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, 4 p.
- Seitz, A. 1995. “Manual de poda de especies arbóreas forestales”. 1º Curso sobre Poda en Especies Arbóreas Forestales de Arbolado Urbano. Manual editado por la - Fundación de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF). 56p. Curitiba, Brasil.
- Verga, A. 2008. “Recursos genéticos, mejoramiento y conservación de especies del genero *Prosopis*” en Mejores árboles para más forestadores: El Programa de Producción de Material de Propagación Mejorado y el Mejoramiento Genético en el Proyecto Forestal de Desarrollo, Edición: Carlos A. Norberto. SAGPyA-BIRF. 2005. Capítulo III 9.3, Argentina.

