

Influencia de la poda en el crecimiento de *Prosopis alba* Griseb.

Influence of pruning on growth of Prosopis alba Griseb

Atanasio, M. A.¹

Recibido en febrero de 2014; aceptado en agosto de 2014

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue analizar la influencia de la intensidad de poda sobre el crecimiento y la emisión de brotes epicórmicos en *Prosopis alba* Griseb. El ensayo se realizó en una forestación ubicada en la localidad de Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco. Se empleó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones y cuatro tratamientos de intensidades de poda, expresados en porcentajes de la altura total de cada árbol, T1, T2, T3 y T4 (0%, 30%, 50% y 70% respectivamente). La poda se realizó a los 3 y 6 años de edad de la plantación. Hasta los 9 años de edad se encontró influencia significativa de la intensidad de poda sobre el diámetro, la altura total, el área basal y el número de rebrotes epicórmicos. La variable más afectada por la poda fue el diámetro normal. A los 9 años de edad, el efecto de la intensidad de poda con respecto al testigo T1 (sin poda) fue una reducción en el diámetro y área basal de 2,9% y 6% en el tratamiento T2 de 30% de intensidad de poda; 16,9% y 30,7% en el tratamiento T3 de 50% de intensidad de poda; 30,4% y 51,7% en el tratamiento T4 de 70% de intensidad de poda. Al analizar el incremento anual del DAP, el tratamiento de poda T2 no presentó diferencias significativas respecto del testigo. La cantidad de brotes epicórmicos posterior a la poda fue muy importante en los árboles del tratamiento de mayor intensidad (T4), en el cual no se encontraron árboles libres de brotes. En general la emisión de brotes epicórmicos fue menor después de la segunda poda. Como ocurre en numerosas especies, las podas intensas afectan el crecimiento, sobre todo en diámetro y, en esta especie en particular, estimula la emisión de brotes epicórmicos. No obstante, practicando podas de baja intensidad, la ganancia en calidad de madera justificaría esta práctica. Se recomiendan las podas sistemáticas no superiores al 30% de la altura total, las cuales podrían combinarse con podas de formación.

Palabras claves: *Prosopis alba*; Intensidad de poda; Crecimiento; Brotes epicórmicos.

ABSTRACT

The aim of this study was to analyze the influence of pruning intensity on the growth of and the emergence of epicormic sprouts in *Prosopis alba* Griseb. The experiment was performed in an implanted forest located in President Roque Sáenz Peña, Chaco. A randomized block design was used with five replications in four treatments (T1, T2, T3 and T4) of pruning intensities (0%, 30%, 50% and 70%) expressing respectively the total tree height percentage. Pruning was done when the plantation was 3 and 6 years old. A significant influence of pruning upon diameter, total height, basal area and the number of epicormic sprouts was found before the plantation was 9 years old, being the normal diameter the most affected variable. At the age of 9 the effect of pruning intensity as to the control (0% pruning) became evident in a diameter and basal area decrease of: 2.9% and 6% in T2, i.e. 30% of pruning intensity; 16.9% and 30.7% in T3, i.e. 50% of pruning intensity; 30.4% and 51.7% in T4, i.e. 70% of pruning intensity. In analyzing annual DBH growth, T2 did not show significant differences as to the control. The post-pruning number of epicormic sprouts was very important in the individuals under the most intense treatment (T4) where none sprout-free tree was found. In general, epicormic sprouts emergence diminished after the second pruning. Likewise in many other species intense pruning affects growth, especially diameter growth and distinctively in this species, stimulates epicormic sprouts emergence as well. However, low intensity pruning operations would be justified by the resulting increased lumber quality. Systematic pruning operations lower than 30% of the total height that might be combined with correcting pruning operations is recommended.

Key words: *Prosopis alba*; Pruning intensity; Growth; Epicormic sprouts.

¹ INTA EEA - Colonia Benítez. M. Briolini s/n (3505), Colonia Benítez, Chaco, Argentina.
E-mail: Atanasio.marcos@inta.gob.ar

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se practican podas, éstas afectan el crecimiento en volumen y diámetro en proporción a su intensidad. La presencia de nudos vivos o muertos, además de dañar la calidad de la madera (modificando sus propiedades físicas y mecánicas), reduce su resistencia y hace disminuir su precio.

La poda se realiza con el fin de obtener madera libre de nudos, aumentando la calidad del producto final. La obtención de madera libre de nudos, así como el tamaño de los mismos, puede ser controlado por la intensidad, la edad de inicio y la frecuencia de la poda. Al decidir una poda, es importante definir la intensidad y momento oportuno, según especie y sitio, para que no haya pérdida significativa de crecimiento de los árboles y con ello, pérdidas económicas.

El algarrobo blanco *Prosopis alba* Griseb es una de las mimosáceas argentinas de mayor importancia económica. En el Chaco su madera se usa principalmente en mueblería debido a sus excelentes características físico-mecánicas y organolépticas; en carpintería de obra se utiliza en la construcción de marcos, puertas, ventanas, parquetes, revestimientos, tirantes, entre otros usos (Burkart, 1952; Tortorelli, 1956; Lopez *et al.*, 1987). Estos usos requieren madera de calidad y libre de nudos, con lo cual la práctica de poda es de gran importancia en el manejo silvícola de las plantaciones. Los antecedentes bibliográficos indican que las podas mejoran la producción en volumen de madera utilizable. Sin embargo, cuando éstas son intensas afectan el crecimiento sobre todo en diámetro, y en mayor o menor medida, estimulan la emisión de brotes epicórmicos en numerosas especies forestales (Patch *et al.*, 1998; Elfadl y Luukkanen 2003; Pérez *et al.*, 2004; Álvarez *et al.*, 2013).

El objetivo general de este estudio consiste en evaluar los efectos de diferentes intensidades de poda, efectuadas en dos oportunidades, sobre el crecimiento y la emisión de brotes de *Prosopis alba* Griseb en forestación.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1. Ubicación, características climáticas y de suelo

El ensayo se realizó en una forestación de algarrobo blanco de 3 años de edad, con una superficie de 40 ha, situada en una propiedad privada a los 26° 45' 5,8" de latitud Sur y 60° 23' 49,9" de longitud Oeste; a 10 km de la ciudad de Presidencia Roque Sáenz Peña, Departamento Comandante Fernández, Provincia del Chaco. El distanciamiento inicial de la plantación fue de 3,5 x 5 m (571 plantas/ha), con plantines producidos en el vivero provincial, y semillas origen Villa Río Bermejito (Chaco). Al momento de hacerse la primera poda la plantación tenía una edad de 3 años y a la segunda poda, 6 años.

El clima de la región es subtropical, intermedio entre marítimo sub-húmedo y continental seco, con un régimen de lluvias que comprende los meses más lluviosos de enero a abril y de octubre a diciembre. Los promedios anuales de la serie 1924/07 son de 998,9 mm. La temperatura media anual es de 22,5°C, con una temperatura media máxima de 28,2°C y una temperatura media mínima de 14,8°C, con extremas de -8,7°C en agosto y 44,2°C en diciembre.

El terreno presenta una leve variación en sentido Este-Oeste. Los suelos son de clase de capacidades de uso II y III, en lomas medias tendidas poco evolucionadas, de textura media a pesada; medianamente provisto de materia orgánica; mediana a alta capacidad de retención de agua hasta los 180 cm de profundidad estudiados; neutro en superficie, débilmente ácido en subsuelo y ligeramente alcalino en el C; muy rico en calcio, magnesio y potasio; moderadamente alta capacidad de intercambio de cationes; bajo porcentaje de saturación de

bases. El suelo es moderadamente profundo con penetración efectiva de raíces hasta 1 m, con problemas de erosión hídrica moderada y perfil moderadamente salino. Se trata de un suelo forestal apto para agricultura. En general, el suelo donde se halla la forestación tiene un alto grado de deterioro ocasionado por muchos años de monocultivo, sobre todo de algodón, según lo manifestado por los propietarios de la misma (Ledesma y Zurita, 2003).

2.2. Diseño del experimento

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Para fijar la altura de poda se tomó el criterio de alturas variables (dada por el porcentaje de la altura de cada árbol). Los tratamientos aplicados fueron los siguientes: T1-Testigo (sin poda); T2-poda al 30% de la altura total (se removieron todas las ramas vivas hasta un 30% de la altura total de los árboles); T3-poda al 50% de la altura total (se removieron todas las ramas vivas hasta un 50% de la altura total de los árboles) y T4-poda al 70% de la altura total (se removieron todas las ramas vivas hasta un 70% de la altura total de los árboles). Se incluyó el factor bloque ante la posible variación de la masa debido a cambios en el medio. En todos los tratamientos y repeticiones se utilizó como unidad experimental una parcela de 20 árboles a los que se aplicó el tratamiento de poda que le correspondía por azar. En cada unidad experimental se diferenció el núcleo, conformado por los 6 árboles centrales (donde se efectuaron las mediciones) y la bordura, consistente en una fila de árboles alrededor del núcleo (constituida por los 14 árboles restantes). Los árboles del núcleo se enumeraron correlativamente del 1 al 6 según la posición en que se ubican en la parcela y se pintaron en forma de anillo a la altura 1,30 m desde el suelo, para la medición del DAP.

La primera poda se llevó a cabo a los 3 años de la plantación, y la segunda a los 6 años, aplicando las mismas intensidades: T1, T2, T3 y T4. Las herramientas utilizadas para quitar las ramas fueron serrucho de podar y motosierra liviana para ramas gruesas, cortando al ras de la corteza. A los tres años de efectuada la poda se realizó un levante de poda siguiendo la intensidad de los distintos tratamientos y dejando el testigo sin poda, para lo cual se utilizó serrucho de podar. Las Figuras 1 y 2 muestran el esquema experimental de la primera y segunda poda, donde se observan la altura media de los árboles al momento de cada poda y la altura media de fuste podado para cada tratamiento.

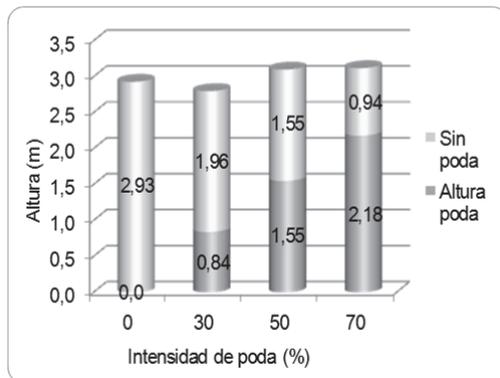


Figura 1. Esquema experimental primera poda

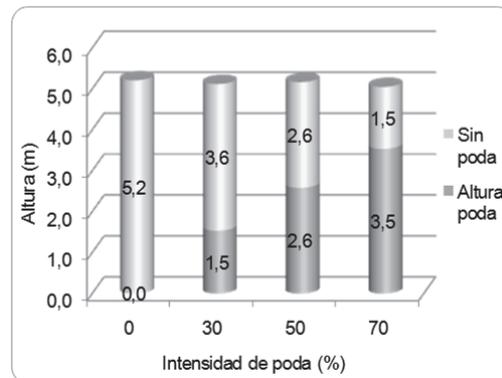


Figura 2. Esquema experimental segunda poda

2.3. Variables de medición

Las variables respuesta de medición anual fueron el diámetro normal (DAP) e incremento anual del DAP (en cm), altura total e incremento anual de altura total (en m) y área basal (en m²/ha). Estas variables se midieron al inicio y a los 1, 2, 3, 4, 5 y 6 años de efectuada la primera poda. El diámetro normal se midió a 1,30 m de altura sobre el nivel del suelo, utilizando cinta forestal con precisión al milímetro. La altura total se midió utilizando vara telescópica con precisión al centímetro hasta los 7,10 m y con clinómetro (Suunto) con precisión al decímetro para alturas mayores de 7,10 m. Para la variable brotes epicórmicos, en cada árbol se contabilizaron los brotes secos y verdes presentes en la porción de fuste podado, tarea que se realizó a los 12 meses de efectuada cada poda; posteriormente dichos brotes fueron eliminados.

El área basal individual (g) de cada árbol se calculó mediante la expresión:

$$g = \pi \times d^2/4$$

Dónde: g = área basal individual (m²) y d = diámetro (m). Para expresar el área basal en hectárea (G_i) se multiplicó el área basal media individual por el número de plantas por hectárea de la parcela *i*.

Con respecto a los brotes epicórmicos, por tratarse de una variable de conteo cuya distribución se asemeja a una distribución de Poisson, se realizó la transformación: $x = \sqrt{y + 3/8}$ por presentar una media pequeña $u_y < 3$, a fin de estabilizar la varianza de las observaciones (Kuehl, 2001).

2.4. Procesamiento y análisis de datos

Los datos se procesaron en planilla electrónica de cálculo. Para las variables diámetro, altura total y área basal, el análisis se efectuó para cada año de medición desde el inicio (3 años de edad) hasta el sexto año de medición (9 años de edad), utilizando el software Infostat. Se realizó un análisis de varianza (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. Se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad, mediante análisis gráficos Q-Q plot normal y test de Shapiro-Wilks modificado; y de homogeneidad de varianza, mediante gráficos de dispersión de residuos versus predichos y prueba de Levene (Balzarini *et al.*, 2008). Los datos del número de brotes, por tratarse de una variable discreta, se transformaron para su posterior uso en las pruebas estadísticas. Para las variables que presentaron faltas graves a los supuestos del ANDEVA se utilizaron transformaciones de datos a los efectos de estabilizar las varianzas (Kuehl, 2001).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Diámetro normal

Al analizar el diámetro normal al momento que se realizó la poda (inicio), no se registraron diferencias significativas. Para los tres años siguientes a la primera poda, el ANDEVA del diámetro presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos y la prueba de Tukey indicó que todos los tratamientos se diferencian entre sí estadísticamente (Tabla 1).

Tabla 1. Síntesis del análisis de varianza y prueba de medias del diámetro (en cm) para la fuente de variación tratamiento. Periodo de observación: años después de la primera poda

Podas	Año de observación	ANDEVA	CV	Tukey ($\alpha = 0,05$)			
				0%	30%	50%	70%
1° poda	Inicio	ns	10,12	4,81 a	4,58 a	4,54 a	4,79 a
	1	**	6,46	7,61 d	7,26 c	6,56 b	6,23 a
	2	**	5,77	9,16 d	8,77 c	7,74 b	7,07 a
2° poda	3	**	5,14	11,95 d	11,53 c	9,77 b	8,44 a
	4	**	4,97	14,33 d	13,87 c	11,51 b	9,65 a
	5	**	4,40	16,35 d	15,82 c	13,17 b	10,99 a
	6	**	3,99	17,72 d	17,20 c	14,73 b	12,34 a

** Altamente significativo; ns: no significativo (prueba de F)

Letras distintas indican diferencias significativas (Prueba de Tukey)

Los tratamientos de poda aplicados afectaron significativamente el diámetro, ya que a medida que aumentó la intensidad de poda disminuyó el diámetro promedio de las plantas. Lo mismo ocurrió después de la segunda poda. El ANDEVA del diámetro mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($p < 0,001$); también se encontraron diferencias significativas entre bloques. La prueba de Tukey mostró diferencias entre todos los tratamientos: el testigo sin poda presentó el mayor diámetro y el tratamiento de poda más intensa (70%) el menor diámetro. A los 9 años de edad, el efecto de la intensidad de poda con respecto al testigo (sin poda) produjo una reducción en el diámetro que fue de 2,9% en el tratamiento T2, de 16,9% en el tratamiento T3 y 30,4% en el tratamiento T4.

En la Figura 3 se indican los promedios de los diámetros por tratamientos para los seis años posteriores a la poda. Se observa que los diámetros son mayores para el tratamiento sin poda y cada vez menores a medida que se intensifica la poda. La disminución en el crecimiento del diámetro es pequeña podando al 30% de la altura; sin embargo es importante cuando la intensidad es 50% o más.

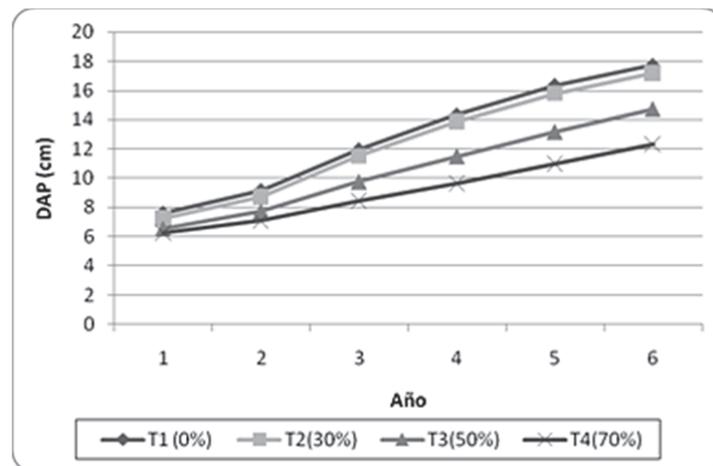


Figura 3. Diámetro medio por tratamiento posterior a la primera y segunda poda

Cuando se analizó el incremento anual del DAP para los periodos posteriores a cada poda, no se encontraron diferencias significativas entre el testigo y el tratamiento de poda al 30%. Sin embargo, en los tratamientos de mayor intensidad el incremento se redujo significativamente, excepto el tercer año después de la segunda poda, donde sólo se diferenció el tratamiento de poda al 50% con un incremento del DAP mayor a los demás tratamientos. Esto sugiere que al tercer año posterior a la segunda poda comienza a perderse el efecto del tratamiento (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza y prueba de medias del incremento anual del DAP (en cm/año), para la fuente de variación tratamiento

Periodo de observación	ANDEVA	CV	Tukey ($\alpha = 0,05$)			
			0%	30%	50%	70%
Inicio - Año 1	**	7,1	2,80 c	2,68 c	2,02 b	1,44 a
Años 1-2	**	14,1	1,55 c	1,51 c	1,17 b	0,85 a
Años 2-3	**	6,1	2,79 c	2,76 c	2,03 b	1,37 a
Años 3-4	**	11,1	2,38 c	2,35 c	1,74 b	1,20 a
Años 4-5	**	6,5	2,02 c	1,95 c	1,66 b	1,35 a
Años 5-6	**	13,6	1,37 a	1,38 a	1,56 b	1,35 a

** Altamente significativo

Analizando la respuesta del DAP a la intensidad de poda se observa un efecto negativo de la poda sobre el crecimiento del diámetro, mostrando una alta sensibilidad de esta especie a la disminución de su copa. A medida que aumenta la intensidad de poda hay una disminución del crecimiento en el DAP medio; esto hace suponer que inicialmente la planta tiende a recuperar el área foliar lo que se aduce a un estado mejorado del agua en la planta o a un crecimiento compensatorio con el aumento de la tasa fotosintética (Elfadl y Luukkanen, 2003). Estudios recientes en *Prosopis flexuosa* indican que a corto plazo el crecimiento no mejora con las intensidades de poda, por lo cual la poda puede mejorar el fuste de *Prosopis* en el corto plazo y aumentar el crecimiento en diámetro en el largo plazo (Álvarez *et al.*, 2013). En diversas especies de crecimiento rápido y en ambientes húmedos, las podas intensas provocan un reducción en el crecimiento del diámetro (Hoppe y Freddo 2003; Pérez *et al.*, 2004).

En contraste con los resultados del presente estudio, Elfadl y Luukkanen (2003) encontraron que con podas de mayor intensidad, mejoró el crecimiento de *Prosopis juliflora* en condiciones de secano en Sudán. Los mencionados autores atribuyen el efecto a la elevada tasa de fotosíntesis (fotosíntesis compensatoria), a cambios en la asignación de recursos y a la utilización de carbohidratos reservados que se incrementaron con el aumento de la severidad de poda.

3.2. Altura total

Para esta variable el análisis estadístico ANDEVA encontró diferencias significativas al nivel de $\alpha = 0,05$ al inicio del estudio (antes de efectuada la poda). El tratamiento T2 presentó altura media menor que los tratamientos T3 y T4. Como puede verse en la Tabla 3, no hubo diferencias significativas entre los tratamientos T1, T3 y T4. Durante los tres años de observación siguientes a la primera poda, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos aunque pudo observarse que el testigo presentó un valor medio de altura superior a los otros tratamientos al segundo y tercer año de observación.

Durante los tres años posteriores a la segunda poda se encontraron diferencias significativas entre el testigo T1 y T4. La altura media superior corresponde al testigo y va disminuyendo a medida que aumenta la intensidad de poda.

Analizando la altura total en forma gráfica (Figura 4) se observa que a medida que se hace más intensa la poda, la altura media disminuye en el periodo siguiente a la segunda poda. La poda al 70% tuvo un efecto negativo considerable sobre la altura de los árboles.

Tabla 3. Síntesis del análisis de varianza y prueba de medias de altura total (en m) para la fuente de variación tratamiento. Periodo: 6 años después de la primera poda

Podas	Año de observación	ANDEVA	CV	Tukey ($\alpha = 0,05$)			
				0%	30%	50%	70%
1° poda	Inicio	*	13,2	2,93 ab	2,80 a	3,10 b	3,12 b
	1	ns	11,7	3,70 a	3,46 a	3,71 a	3,74 a
	2	ns	10,4	4,55 a	4,49 a	4,53 a	4,48 a
2° poda	3	ns	9,1	5,21 a	5,12 a	5,17 a	5,05 a
	4	*	8,2	6,18 b	5,97 ba	5,90 ba	5,69 a
	5	**	7,7	7,04 b	6,84 b	6,71 ba	6,40 a
	6	**	7,0	7,81 c	7,56 cb	7,39 ba	7,07 a

*Significativo al nivel $\alpha=0,05$; ** Altamente significativo; ns: no significativo

La altura total media no fue afectada significativamente por la intensidad de poda los 3 años posteriores a la primera poda. Sin embargo, el testigo presentó un valor medio de altura superior a los demás tratamientos al segundo y tercer año de observación. Durante los tres años posteriores a la segunda poda hubo diferencias significativas entre tratamientos. La poda de baja intensidad no afectó el crecimiento en altura.

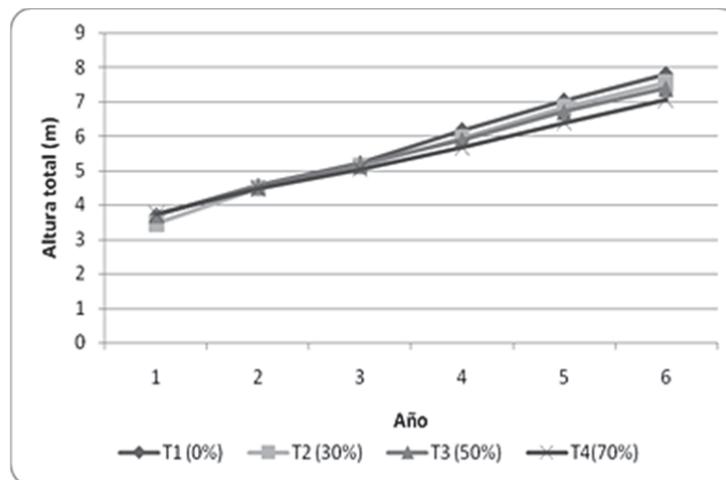


Figura 4. Altura media por tratamiento posterior a la primera y segunda poda

El incremento anual de la altura fue afectado significativamente por los tratamientos T3 y T4, durante los dos primeros años después de la primera poda. Al cabo del tercer año de transcurrida la poda, no se observaron efectos significativos. Luego de la segunda poda también se observaron efectos negativos de los tratamientos T3 y T4 durante los tres años posteriores (Tabla 4).

En investigaciones sobre poda de diferentes especies se han encontrado casos en que el crecimiento en altura no se ve afectado por la poda y casos en que se ve disminuido. Álvarez *et al.* (2013) no encontraron respuesta clara en el crecimiento de la altura total investigando ensayos de poda en *Prosopis flexuosa* en la región de Monte Central. Estudiando *Prosopis flexuosa* bajo condiciones de secano en Sudán, Elfadl y Luukkanen (2003) encontraron mayor crecimiento en altura en ejemplares con poda moderada y fuerte, aduciendo que se mejora el estado del agua en las plantas y se tiene una tasa de asimilación de CO₂ más eficiente. En ensayos de distintas intensidades de poda en clones de *Eucalyptus grandis*, Vantuil (2008) encontró una disminución en el crecimiento en altura a partir de intensidades de poda del 75% de la altura. Montagna *et al.* (1993), trabajando con *Pinus elliottii*, también encontraron leve

interferencia del nivel de poda sobre el crecimiento en altura de los árboles en los niveles de 60 a 75% de poda. Según Pires *et al.* (2002), en observaciones realizadas sobre *Eucalyptus saligna*, las podas severas afectan significativamente la altura después de los 10 meses de aplicación; cuando se extrae el 75% de la copa viva, se compromete significativamente el crecimiento en altura, además del diámetro y del volumen. Esto pone de manifiesto que así como en algarrobo, también en otras especies el crecimiento en altura se muestra afectado como consecuencia de la reducción drástica de la superficie fotosintéticamente activa. Esto sugiere que los árboles jóvenes inicialmente responden a la poda, asignando recursos para la reconstrucción de la copa antes que destinarlos para el crecimiento en altura y diámetro.

Tabla 4. Incremento anual de la altura total (en m/año), por tratamiento y periodo de medición a partir de la instalación del ensayo

Periodo de observación	ANDEVA	CV	Tukey ($\alpha = 0,05$)			
			0%	30%	50%	70%
Inicio - Año 1	*	22,1	0,77 b	0,66 ba	0,61 a	0,62 a
Años 1-2	*	27,4	0,85 ba	1,03 b	0,83 ba	0,74 a
Años 2-3	ns	43,9	0,66 a	0,63 a	0,63 a	0,57 a
Años 3-4	**	16,45	0,98 c	0,85 b	0,73 a	0,64 a
Años 4-5	**	18,6	0,86 b	0,87 b	0,82 b	0,71 a
Años 5-6	**	14,9	0,77 b	0,72 ba	0,68 a	0,67 a

*Significativo al nivel $\alpha=0,05$; ** Altamente significativo; ns: no significativo

Otros autores, de acuerdo a sus investigaciones, discrepan de que haya influencia significativa de la poda sobre la altura, tales como Pérez *et al.* (2004) en *Grevillea robusta*; Finger *et al.* (2001) y Pulrolnik *et al.* (2005) en *Eucalyptus sp*; Costas *et al.* (2005) en *Pinus taeda* y Davel y Salvador (2004) en *Pseudotsuga menziesii*. Esto puede deberse a que cuando se efectúa una poda, parte de la copa localizada en los estratos inferiores (sobre todo al eliminar hojas en senescencia de la copa), puede no comprometer sustancialmente la producción de hidratos de carbono que son utilizados para el alargamiento del árbol.

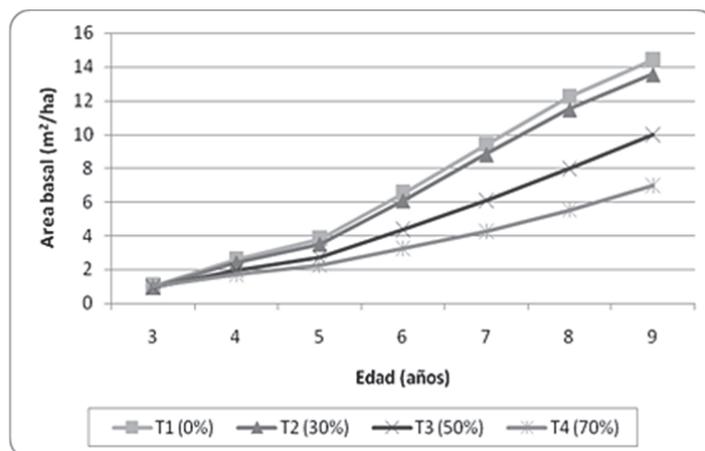
3.3. Área basal

El stock del área basal resultó afectado significativamente por los tratamientos de poda, durante los tres años posteriores a la primera poda y los tres siguientes a la segunda poda (Tabla 5). Las pruebas de Tukey mostraron que para todos los años analizados, los tratamientos testigo y poda al 30% presentaron los valores medios más altos, pero sin diferenciarse estadísticamente entre sí. Para los años 4 y 5, se presentaron dos grupos: el testigo y el de poda al 30% en un grupo y los tratamientos de poda al 50% y 70% en el otro. Para años posteriores, los dos tratamientos de mayor intensidad también se diferenciaron entre sí. Esta situación se observa claramente en la Figura 5 donde las curvas de los tratamientos 1 y 2 se mantienen prácticamente próximas y paralelas, mientras que las curvas de los tratamientos 3 y 4 se distancian con los años. A los 9 años de edad el efecto de la intensidad de poda con respecto al testigo (sin poda) produjo una reducción en el área basal del 6% en el tratamiento T2, del 30,7% en el tratamiento T3 y del 51,7% en el tratamiento T4.

Tabla 5. Evolución del stock en área basal por hectárea (en m²/ha) por tratamiento con la edad y pruebas estadísticas

Podas	Edad	ANDEVA	CV	Tukey ($\alpha = 0,05$)			
				0%	30%	50%	70%
1° poda	3	ns	9,9	1,04 a	0,95 a	0,93 a	1,03 a
	4	**	5,7	2,63 b	2,40 b	1,95 a	1,76 a
	5	**	8,2	3,83 b	3,51 b	2,73 a	2,26 a
2° poda	6	**	10,5	6,54 c	6,08 c	4,37 b	3,25 a
	7	**	12,2	9,42 c	8,82 c	6,10 b	4,25 a
	8	**	11,8	12,27 c	11,48 c	7,99 b	5,52 a
	9	**	10,8	14,43 c	13,56 c	10,00 b	6,97 a

** Altamente significativo; ns: no significativo; letras distintas indican diferencias significativas (test de Tukey)

**Figura 5.** Evolución del área basal (m²/ha) por tratamiento con la edad

Las podas con intensidades del 50% o mayores, afectaron el stock del área basal, el cual a los 9 años de edad alcanzó valores superiores a 13,5 m²/ha para el testigo y el tratamiento de poda al 30%; en cambio llegó a 10 y 7 m²/ha para los tratamientos de poda al 50% y 70% respectivamente. Esto se debe a la influencia de la poda sobre el crecimiento del DAP. En coincidencia con estos resultados, Floriano (2004) encontró influencia de la intensidad de poda sobre el stock del área basal, ensayando intensidades de poda de 40%, 60% y 80% de la altura total en *Pinus elliottii*. Estas observaciones también fueron hechas por Keller *et al.* (2004) quienes evaluando ensayos de poda y raleo en *Pinus taeda* encontraron una disminución del 32% en la producción de área basal con intensidades de poda del 70% y 3 realeses.

3.4. Brotes epicórmicos

El análisis de varianza para el control de la primera y segunda poda mostró diferencias altamente significativas en el número de brotes totales. Clasificando los brotes en verdes y secos, se observa que el número de brotes total es un poco menor luego de la segunda poda con respecto de la primera (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza y prueba de medias del número de brotes para la fuente de variación tratamiento

Periodo	VARIABLE	ANDEVA	Tukey ($\alpha=0,05$)			
			0%	30%	50%	70%
1° Poda	N° Brotes secos	**	A (0)	A (0)	C (4)	B (2,8)
	N° Brotes verdes	**	A (0)	B (1,1)	B (2,3)	C (8,5)
	N° Brotes total	**	A (0)	A (1,1)	B (6,3)	C (10,7)
2° Poda	N° Brotes secos	**	A (0)	BC (0,7)	C (1)	AB (0,3)
	N° Brotes verdes	**	A (0)	A (0,3)	B (2,5)	C (9)
	N° Brotes total	**	A (0)	B (1)	C (3,5)	D (9,3)

** Altamente significativo; letras distintas indican diferencias significativas, entre paréntesis (promedio de número de brotes)

En la prueba de medias de Tukey se aprecia que el tratamiento T2 se comporta bien, presentando un bajo número de brotes epicórmicos, tanto en la primera como segunda poda (cantidad promedio de brotes de 1,1 y 1 respectivamente). La frecuencia de plantas libre de brotes fue del 53,3% y 46,7% después de la primera y segunda poda respectivamente. El número de brotes por árbol varió de 1 a 3 y solo un árbol emitió 10 brotes después de la primera poda. El tratamiento T3 se ubica en una posición intermedia con un mayor número promedio de brotes (6,3 y 3,5 para la primera y segunda poda, respectivamente). En este tratamiento el número de brotes secos fue superior a los demás tratamientos. Hubo individuos en los cuales de 18 brotes, 15 estaban secos y de 14 brotes había 11 secos después de la primera poda. El número máximo de brotes registrados por árbol fue 18 y 11 (después de la primera y segunda poda respectivamente). La frecuencia de árboles sin brotes fue de 3% y 10% después de la primera y segunda poda respectivamente. En el tratamiento T4 el número de brotes resultó significativamente más alto (Figura 6). No se encontraron árboles sin brotes después de las podas. El número de brotes por árbol después de la primera poda varió entre 3 y 23, y posterior a la segunda poda, entre 1 y 22, es decir que podas más intensas produjeron condiciones favorables para la emisión de mayor cantidad de brotes.

En las Figuras 7 y 8 se representan la cantidad media de brotes por tratamiento posterior a la primera y segunda poda, en las cuales se aprecia claramente la diferencia de la cantidad de brotes entre los tratamientos. Además se observa una menor cantidad de brotes después de la segunda poda, principalmente en el tratamiento de 50% de intensidad.

**Figura 6.** Detalle ampliado de brotes epicórmicos posterior a la poda en tratamiento T4

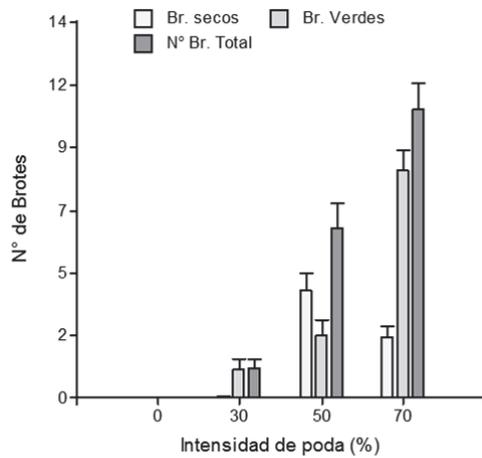


Figura 7. Número de brotes por tratamiento después de la primera poda

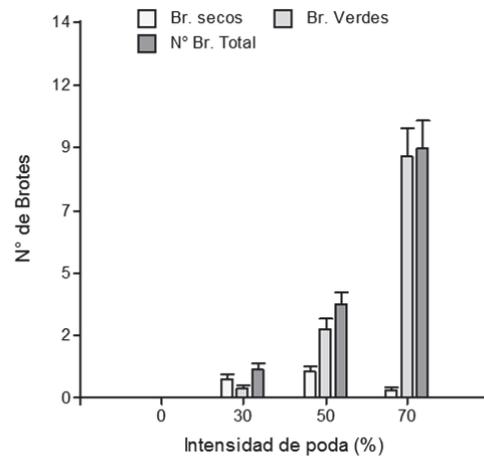


Figura 8. Número de brotes por tratamiento después de la segunda poda

Para esta especie, es evidente que si la pérdida de ramas vitales es muy grande en relación a la copa viva, este hecho constituye un factor de estrés que estimula fuertemente las yemas durmientes debajo de la corteza del tronco, emitiendo de esta manera una gran cantidad de brotes epicórmicos para reemplazar rápidamente la biomasa perdida (Meier *et al.*, 2012). En el tratamiento T4 todos los árboles emitieron brotes, siendo alta la persistencia de brotes verdes al año de efectuada la poda. En el tratamiento T3 se encontró la mayor proporción de brotes secos. La longevidad del brote como la dinámica del mismo varía mucho con las especies (Meier *et al.*, 2012). La emisión de brotes como reacción a la poda también fue observada por Álvarez *et al.* (2013) en *Prosopis flexuosa* encontrando que el número, diámetro y longitud de brotes aumentaron con la intensidad de poda. Comportamientos similares encontraron O'Hara y Berrill (2009) estudiando el desarrollo de brotes epicórmicos según la severidad de la poda en *Sequoia sempervirens* y Pérez *et al.* (2004) en ensayos de diferentes intensidades de poda en *Grevillea robusta*.

En resumen, uno de los problemas de la utilización de la poda como herramienta de gestión es la generación de rebrotes de plantas. Una de las soluciones que se practicó en el trascurso de este ensayo fue la eliminación anual de los rebrotes, tal como lo realizaron Elfadl (1997) y Álvarez *et al.* (2013), lo que produce una reducción de los brotes a largo plazo. Diferentes alternativas para inhibir la aparición de brotes, como ser la aplicación de herbicidas, malla de plástico y compuestos derivados del petróleo han sido probadas por Patch *et al.* (1998), las cuales pueden ser utilizadas en la medida de las posibilidades si no se puede controlar el problema del rebrote con las intensidades y otros factores inherentes a la poda.

4. CONCLUSIONES

El crecimiento del diámetro y área basal resultaron más afectados por la extracción sistemática de ramas verdes. Hay un alta correlación negativa entre intensidad de poda y crecimiento del DAP (a medida que aumentó la intensidad de poda disminuyó el crecimiento del DAP). No obstante, practicando podas de baja intensidad, la ganancia en calidad de madera justificaría esta práctica. La influencia de la reducción de copa sobre la altura media fue leve. Los tres años posteriores a la primera poda no hubo diferencias significativas entre tratamientos; en cambio si hubo diferencias significativas los tres años posteriores a la segunda. La emisión de brotes epicórmicos posteriores a la poda fue muy importante en los árboles correspondiente

al tratamiento de mayor intensidad, lo que implica una necesidad de realizar una repoda inmediatamente. En el tratamiento T3 la cantidad de brotes no fue despreciable; en este tratamiento también se destaca un mayor número de brotes secos al año de efectuada la poda, pudiendo influir en la calidad de la madera. En general la emisión de brotes fue menor después de la segunda poda.

Se recomiendan las podas sistemáticas no superiores al 30% de la altura total las cuales podrían combinarse con podas de formación.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. A.; P. E. 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. [Fecha de consulta: 6 Mayo 2014] pag. 857-864. Disponible en: <<http://www.elsevier.com/locate/foreco>>.
- Balzarini, M. G.; L. Gonzalez; M. Tablada; F. Casanoves; J. A. Di Rienzo y C. W. Robledo. 2008. "InfoStat, Manual del Usuario", Editorial Brujas, Córdoba, Argentina. 336 p.
- Burkart, A. 1952. "Las Leguminosas Argentinas Silvestres y Cultivadas. Descripción sistemática de la familia, los géneros y las principales especies, de su distribución y utilidad en el país y en las regiones limítrofes". 2da Ed., Buenos Aires. p. 132-141.
- Costas, R.; P. Mac Donagh; E. Weber; S. Figueredo y P. Irschick. 2005. "Influencias de la densidad y podas sobre la producción de *Pinus taeda* L. a los 7 años de edad". *Ciência Florestal*, Santa Maria, [en línea] 15(3) [fecha de consulta: 20 Septiembre de 2012], p. 275-284. Disponible en: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/floresta/article/viewFile/2280/1905>>
- Davel, M. M. y G. Salvador. 2004. "Evaluación de esquemas de poda en plantaciones de Pino Oregon (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) en la Patagonia Andina" Investigación Forestal Al Servicio de la Producción II. Resultados aplicables al cultivo de bosques y la producción de madera en Argentina. SAPyA. Proyecto Forestal de Desarrollo. Buenos Aires. Abril de 2004.
- Elfadl, M. A. 1997. "Management of *Prosopis juliflora* for use in agroforestry systems in the Sudan". University of Helsinki. *Tropical Forestry* [en línea] Reports N° 16, 107 pp. [fecha de consulta: 10 Octubre de 2012]. Disponible en: <<http://www.helsinki/vitril/publications/forestry-reports.html>>
- Elfadl, M. A. & O. Luukkanen. 2003. "Effect of pruning on *Prosopis juliflora*: considerations for tropical dryland agroforestry" *Journal of Arid Environments* [en línea] 53 [fecha de consulta: 6 Mayo 2014]. p. 441-455. Disponible en: <http://www.researchgate.net/publication/222861343_Effect_of_pruning_on_Prosopis_juliflora_considerations_for_tropical_dryland_agroforestry>.
- Finger, C. A. G.; P. R. Schneider; J. L. Bazzo y J. E. M. Klein. 2001. "Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith". *Cerne*, [en línea] vol. 1, núm. 002. Universidad Federal de Lavras. Brasil, [fecha de consulta: 20 Septiembre 2012] p. 53-64. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.org/articulo.oa?id=74470206>>
- Floriano, E. P. 2004. "Efeito da desrama sobre o crescimento e a forma de *Pinus elliottii* Engelm". Tese (Mestre em Engenharia Florestal). Santa Maria, RS, Brasil. [en línea], [fecha de consulta: 20 Septiembre de 2012]. Disponible en: <www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/5061>.
- Hoppe, J. M. y A. R. Freddo. 2003. "Efeito da intensidade de desrama na produção de *Pinus elliottii* Engelm., no Município de Piratini", RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, [en línea] vol. 13, núm. 2, [fecha de consulta: 21 Septiembre 2012] p. 47-56 ISSN 0103-9954. Brasil. Disponible en: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/1741/1010>>
- Keller, A.; H. E. Fassola y N. Pachas. 2004. "Efecto de la poda y raleo sobre el crecimiento de *Pinus taeda* L. a los 11 años de edad en el departamento de Iguazú, Misiones". 11^{as} Jornadas

- Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales-UNaM, EEA Montecarlo, INTA.
- Kuehl, O. R. 2001. “Diseño de experimentos. Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación”. 2ª. Ed. Tompson learning, México. 666 p.
- Ledesma L. L. y J. J. Zurita. 2003. “Carta de suelos de la República Argentina, Provincia del Chaco. Los suelos del Dpto. Comandante Fernández”. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria E.E.A. Sáenz Peña. Edición digital.
- Lopez, J. A.; L. Elbert; J. R. Little; G. F. Ritz; J. S. Rombold y W. J. Hahn. 1987 “Arboles comunes del Paraguay” (ñande yvyra mata kuera). Cuerpo de Paz colección intercambio de información. p. 230-232.
- Meier, A. R.; M. R. Saunders y C. H. Michler. 2012. “Epicormic buds in trees: a review of bud establishment, development and dormancy release”. Tree physiology review. Tree Physiology Advance Access published, May 3, 2012. Tree physiology [en línea] 00, [fecha de consulta: 15 Mayo 2014] 1-20. Disponible en: <<http://treephys.oxfordjournals.org/content/early/2012/05/03/treephys.tps040.full.pdf+html>>
- Montagna, R. G.; S. P. Fernandes; F. T. Rocha; S. M. B. Florseim y Z. H. T. Do Couto. 1993. “Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *Elliottii*”. Série Técnica IPEF, Piracicaba, [en línea] vol.9, núm.27, [fecha de consulta: 21 Septiembre 2012] p.35-46. [Disponible en: <<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr27/cap03.pdf>>
- O’Hara, K. L. y J. P. Berrill. 2009. “Epicormic sprout development in pruned coast redwood: pruning severity, genotype, and sprouting characteristics”. Annals of Forest Science, [en línea] n:66, [fecha de consulta: 15 Mayo 2014] p.409. INRA, EDP Sciences. Disponible en: <www.afs-journal.org>
- Patch, N. L.; D. Geesing y P. Felker. 1998. “Suppression of resprouting in pruned mesquite (*Prosopis glandulosa* var *glandulosa*) saplings with chemical or physical barrier treatments” Forest Ecology and Management, [en línea] 112, [fecha de consulta: 06 Mayo 2014], p. 23-29. Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037811279800303X>>
- Pérez, V. R.; P. Delvalle; M. C. Cañete; G. R. Rhiner; H. Hampel, y C. Maletti. 2004. “Efectos de diferentes intensidades de poda en el comportamiento y crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn”. Revista de Ciencia y Tecnología – Serie Forestal. Volumen 1 Julio 2004 N°1, ISSN: 1668-4133. Universidad Nacional de Formosa. p. 50-63.
- Pires, M. B.; M. Ferreira Reis y G. Gonçalves Dos Reis. 2002. “Crescimento de *Eucalyptus grandis* submetido a diferentes intensidades de desrama artificial na Região de Dionísio, MG.” Brasil Florestal, [en línea] N° 3, [fecha de consulta: 21 Septiembre 2012]. Disponible en: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/2218/Disserta%E7ao_Bernardo-Machado-Pires.pdf?sequence=1>
- Pulrolnik, K.; G. Gonclves Dos Reis; M. Ferreira Reis; M. A. Monte y I. Fontan Ilhéu. 2005. “Crecimento de plantas de clone de *Eucalyptus grandis* [Hill ex Maiden] submetidas a diferentes tratamentos de desrama artificial, na Região de Cerrado”. Sociedade de Investigações Florestais, Revista Árvore, Viçosa-MG, [en línea] vol. 29, N° 4, [fecha de consulta: 3 Diciembre 2012], p. 495-505. Disponible en: <<http://www.redalyc.org/pdf/488/48829401.pdf>>
- Tortorelli, L.A. 1956. “Maderas y bosques argentinos”. Ed. Acme, S.A.C.I. Buenos Aires. p. 392-396.
- Vantuil, G. B. 2008. “Efeitos da desfolha artificial no crescimento de plantas de *Eucalyptus* spp. em reflorestamento, município de Campo Verde, estado de Mato Grosso”. Tese (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais). Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso. [En línea], [fecha de consulta: 3 Diciembre 2012]. Disponible en: <<http://www.ufmt.br/fenf/arquivos/2b32ba497860ba298d4d3f028670464c.pdf>>

