

## Efectos del rolado y la corta sobre el crecimiento de un quebrachal semiárido santiaguense

Navall, M.<sup>1</sup>

---

### Resumen

Con el objetivo de evaluar la respuesta del arbolado a la instalación de sistemas silvopastoriles en un quebrachal semiárido santiaguense, se aplicaron 6 tratamientos de manejo de la vegetación, resultantes de la combinación de 3 niveles de rolado de distinta intensidad: rolado de intensidad 2 > rolado de intensidad 1 y testigo sin rolar ni sembrar (R2, R1 y TE, respectivamente) y dos niveles de corta de aprovechamiento forestal (con y sin corta: CC y SC). Se evaluó el crecimiento relativo en área basal (CAB) de cada tratamiento durante un período de 4 años. Los tratamientos de rolado con siembra no tuvieron efectos significativos sobre el crecimiento relativo en área basal de los árboles (6.18, 4.69 y 7.16% para R2, R1 y TE, respectivamente), a pesar de que la receptividad ganadera se incrementó significativamente (1.53, 2.45 y 15 a 20 ha.UG<sup>-1</sup> para los mismos tratamientos, respectivamente). El aprovechamiento forestal promovió un mayor CAB en el arbolado remanente (7.36 vs. 4.65% promedio para CC y SC, respectivamente). Esta diferencia no se observó para el tratamiento R1, lo que se explicaría por una competencia por los recursos liberados en la corta forestal entre el arbolado remanente y el rebrote arbustivo (promovido por un rolado de muy baja intensidad). Los resultados encontrados permiten conocer algunas de las interacciones entre componentes y entre objetivos de manejo, útiles para el diseño de sistemas silvopastoriles en la región.

**Palabras clave:** área basal, silvopastoril, aprovechamiento, rolado de baja intensidad

---

## Roller-chopping and tree removal effects on a semiarid quebrachal-forest growth

---

### Abstract

To assess the effects of silvopastoral systems practices on forest growth, a 6-treatment trial was installed in a semiarid Chaco native forest (called “quebrachal semiárido santiaguense”). The treatments were a combination between roller-chopping (medium intensity - R2, low intensity - R1 and a control without treatment - TE) and forest harvesting practices (with - CC or without - SC harvesting). Relative basal area growth (CAB) was assessed for a 4-yr period. Roller-chopping had no effect on this variable (6.18, 4.69 and 7.16% for R2, R1 y TE, respectively), although the livestock receptivity has increased significantly (1.53, 2.45 and 15 to 20 ha.SU<sup>-1</sup> for the same treatments, respectively). Forest harvesting has promoted a greater CAB on residual trees (7.36 vs. 4.65% average for CC y SC, respectively). This difference was not seen for R1, were it could be argued that the shrub resprout promoted by a lower intensity roller-chopping outcompete trees for the harvesting-released resources. These findings give a better understanding on some of the interactions between components and management objectives, wich could be useful for silvopastoral systems design.

**Keywords:** basal area, silvopastoral, harvesting, low intensity roller-chopping

---

<sup>1</sup> INTA EEA Santiago del Estero. Campo Experimental “La María”, RN 9 Km 1108, La Abrita CP G4206XBK, Santiago del Estero, Argentina. [mnavall@santiago.inta.gov.ar](mailto:mnavall@santiago.inta.gov.ar)

## 1. Introducción

El rolado es una práctica comúnmente aplicada en ambientes dominados por especies leñosas del Chaco semiárido de Argentina, con el objetivo de reducir la biomasa leñosa, mejorar la accesibilidad del ganado y promover la instalación de pastos (Kunst *et al*, 2008).

Cuando esta práctica se aplica con alta frecuencia o severidad sobre bosques de estructura irregular, como los quebrachales del Chaco semiárido, puede tener efectos a largo plazo en la estructura de estos ecosistemas, y comprometer la sustentabilidad del sistema silvopastoril que se pretende instalar (Brassiolo *et al*, 2008).

Sin embargo, si el rolado es aplicado con un diseño y maquinaria adecuados y es ejecutado por personal calificado, puede por un lado lograr los objetivos de intensificación ganadera (Kunst *et al*, 2008) y a su vez facilitar operaciones de ordenación y aprovechamiento forestal, a través de la mejora en la visibilidad y accesibilidad (Navall y Cassino, 2009).

Además, la incorporación de criterios de manejo forestal a actividades puramente ganaderas, puede contribuir al mantenimiento de las funciones del estrato leñoso dentro del ecosistema, y de la productividad a largo plazo del mismo (Pezo e Ibrahim, 1998).

Un elemento fundamental de la planificación del manejo forestal es la determinación de la tasa de crecimiento del bosque, y particularmente en sistemas silvopastoriles, cómo la misma es afectada por las diferentes prácticas de manejo. El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto combinado del RBI - rolado selectivo de baja intensidad (una práctica propuesta por Kunst *et al* (2008) para la intensificación sustentable de la producción ganadera) y la corta de aprovechamiento forestal sobre el crecimiento relativo en área basal de árboles (CAB), en un quebrachal de dos quebrachos del Chaco semiárido.

## 2. Materiales y Métodos

El bosque bajo estudio se encuentra en el Campo Experimental “La María”, dependiente del INTA EEA Santiago del Estero (28°3'S 64°15'W) y se trata de un bosque de estructura irregular, con un estrato superior de hasta 15m de altura, dominado por “Quebracho colorado” (*Schinopsis lorentzii*) y “Quebracho blanco” (*Aspidosperma quebracho-blanco*), con menor participación de “Mistol” (*Zizyphus mistol*) y “Algarrobo negro” (*Prosopis nigra*). Por su ubicación y composición, se trata de un típico “quebrachal semiárido santiagueño”, descrito por Sarmiento (1963). El sotobosque está compuesto por los individuos arbóreos más chicos, y un estrato arbustivo de 3.5 m de altura, dominado por “Teatín” (*Acacia furcatispina*), “Atamisqui” (*Capparis atamisquea*) y “Tala” (*Celtis chichape*) (Araujo, 2004). La densidad promedio del bosque es de 210 árboles por ha mayores a 5 cm de dap, con un área basal de 8.41 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (Navall, 2008).

Sobre este bosque se aplicaron 6 tratamientos, resultantes de la combinación entre tres niveles de rolado y dos de corta forestal. Los tratamientos de rolado consistieron en el pasaje de un tractor con rolo sobre los arbustos, junto a la siembra de una pastura (*Panicum maximum* cv. *Gatton panic*) a razón de 5 kg.ha<sup>-1</sup>. El rolado de menor intensidad (R1) consistió en una pasada simple de rolo, mientras para aplicar un rolado de mayor intensidad (R2) se aplicó una pasada cruzada sobre la anterior, y se mantuvo un control, sin tratamiento de rolado ni siembra (TE). Estos tratamientos se aplicaron entre noviembre de 2006 y enero de 2007.

La corta forestal (CC) se aplicó entre mayo y agosto de 2008 y se planificó para extraer el 30% del área basal original, mediante una combinación del método de corta por diámetros

mínimos (destinados a cosecha) y árbol de futuro (destinada a mejora). Para cosecha, los diámetros mínimos de corta para quebracho blanco, colorado, mistol y algarrobo fueron de 45, 45, 35 y 25 cm de dap, respectivamente (Navall, 2008). Las cortas de mejora se aplicaron para favorecer a los individuos seleccionados como “árboles de futuro”, eliminando árboles competidores, de menor calidad debido a la forma, estado sanitario y/o vitalidad. Se ajustaron los criterios de selección para cada especie, de manera de mantener la proporción de cada una en el área basal total después de la corta. El segundo nivel de este factor corresponde a un testigo sin corta forestal (SC).

Los tratamientos se combinaron en un diseño factorial, dando 6 tratamientos, que se aplicaron en parcelas de 2.8 ha cada una, con 4 repeticiones, en bloques completos al azar.

En agosto de 2006, antes de la aplicación del rolado, se instaló una unidad de muestreo de 0.3 ha dentro de cada parcela, donde se midió el diámetro a la altura de pecho (dap) a todos los árboles que superaban los 5cm en esta variable. En agosto de 2010, luego de aplicados los tratamientos, se registraron los árboles perdidos por rolado, corta o mortalidad natural y se midió nuevamente el dap a los árboles remanentes. El CAB y el área basal relativa removida (ABR) se calcularon utilizando las siguientes fórmulas:

$$CAB() = \frac{\pi}{0.3} \frac{\sum_{j=1}^n (dap_{j10}^2 - dap_{j06}^2)}{\sum_{i=1}^n dap_{i06}^2} * 100 \qquad ABR() = \frac{\pi}{0.3} \frac{\sum_{k=1}^n (dap_{k06}^2)}{\sum_{i=1}^n dap_{i06}^2} * 100$$

donde  $i$ ,  $j$  y  $k$  indican el grupo de árboles considerados para el cálculo, respectivamente: los iniciales en 2006, los remanentes en 2010 y los removidos entre 2006 y 2010; mientras que 06 y 10 indican el año de medición del dap utilizado para el cálculo. Los datos se analizaron mediante ANOVA y test de Tukey para diferencias entre medias.

### 3. Resultados

En el ANOVA para la variable CAB se encontró que el factor “corta” fue significativo ( $p=0.0056$ ), mientras que no se encontraron diferencias debidas al factor “rolado” ( $p=0.3672$ ) ni a la interacción “corta\*rolado” ( $p=0.4133$ ). En la comparación entre medias, a través del test de Tukey, los tratamientos CC mostraron una tasa de crecimiento significativamente superior ( $p<0.01$ ) para TE y R2, mientras que no se observaron diferencias debidas a la corta para R1. En este análisis, se encontró que para los tratamientos CC, TE fue significativamente superior en CAB a R1 (9.23 contra 5.68%, respectivamente,  $p<0.05$ ), mientras que no se diferenció de R2, ni tampoco se observaron diferencias entre R2 y R1 para esta variable (Cuadro 1, Gráfico 1).

El Cuadro 1 muestra además el ABR promedio por tratamientos, donde se observa que los tratamientos CC implicaron una reducción del área basal en el orden del 33%, mientras que los tratamientos sin corta variaron entre un promedio de 0.57% para TE (debido exclusivamente a mortalidad natural) hasta un máximo de 3.78% para R2.

El Gráfico 2 muestra la relación entre CAB y ABR, adonde se observa más claramente la diferencia en respuesta de R1 a la remoción de área basal, de menor pendiente a la observada en de TE y R2, que fueron más sensibles a la remoción provocada por la corta forestal.

Cuadro 1: Medias de área basal removida (ABR) y crecimiento relativo 2006-2010 en área basal (CAB) por tratamientos. Letras distintas indican diferencias significativas en el Test de Tukey (mayúsculas:  $p < 0.01$ ; minúsculas:  $p < 0.05$ ) entre tratamientos de corta (letra normal) y tratamientos de rolado (cursiva).

Tratamientos de corta	Tratamientos de rolado					
	TE		R1		R2	
	ABR	CAB	ABR	CAB	ABR	CAB
CC	33.74%	9.23%Aa	31.94%	5.68%b	34.93%	7.61%Aab
SC	0.57%	5.00%B	0.93%	4.00%	3.78%	4.55%B

Gráfico 1: Crecimiento relativo en área basal (CAB) por tratamientos. Las barras verticales indican el error estándar de las medias, por tratamiento.

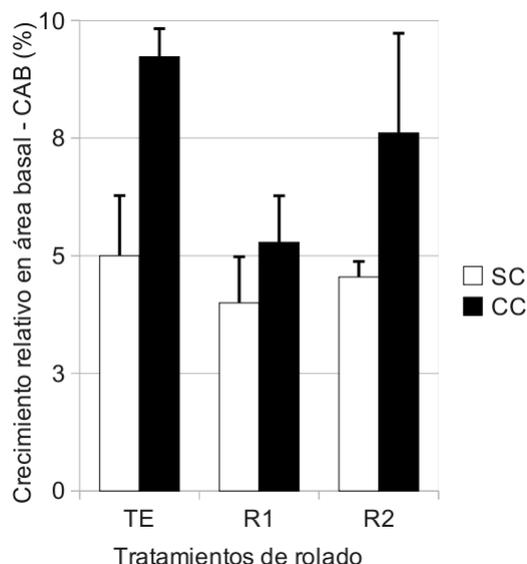
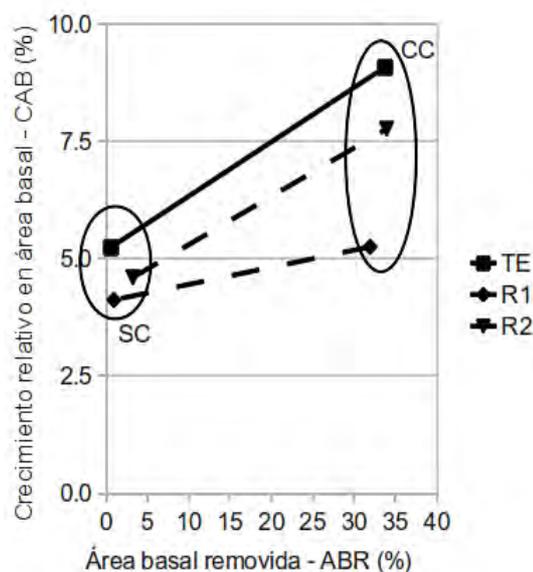


Gráfico 2: Crecimiento relativo en área basal (CAB) según el área basal removida de cada tratamiento (ABR).



#### 4. Discusión

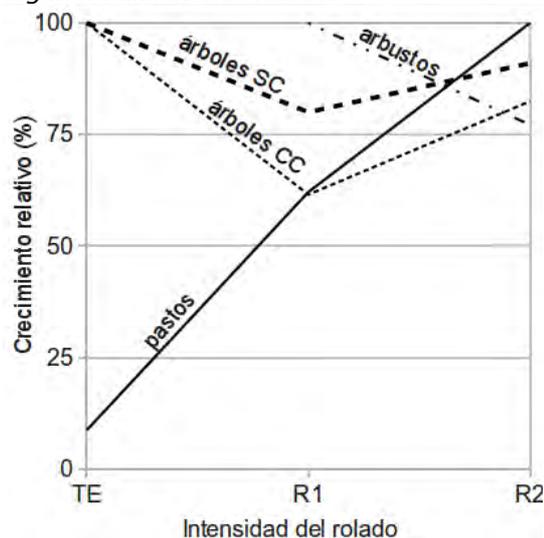
Cada árbol en un bosque crece hasta tanto alguno de los recursos que limita el crecimiento vegetal reduce su disponibilidad. Oliver y Larson (1996) proponen el término “espacio de crecimiento” (*growing space*) para definir la capacidad de un sitio para permitir el crecimiento vegetal, como un concepto adimensional, útil para interpretar la redistribución de recursos en general, sin necesidad de especificar cuál en particular es el limitante. En el tratamiento TE, la corta promovió una mayor tasa de crecimiento en la masa remanente respecto de la no cortada, lo que indica que el espacio de crecimiento para árboles aumenta con la corta. La misma respuesta se observó cuando la corta se aplicó sobre uno de los tratamientos de rolados, como en el caso de R2.

En los tratamientos rolados, intervinieron dos factores que podrían afectar el espacio de crecimiento para árboles: el efecto sobre los arbustos y sobre los pastos. El vigor del rebrote en arbustos está determinado por la intensidad del disturbio sobre las plantas, pues disturbios menos intensos mantienen un mayor banco de yemas aéreas, que producen un rebrote más vigoroso que si se dependiera sólo de yemas del sistema radical (Bravo, 2008). Esta observación se corroboró por otras mediciones en el mismo ensayo, donde se determinó un crecimiento en volumen de arbustos en los 4 años después del rolado fue de 32.8 a 50.2% y de 18.9 a 22.3% del volumen original antes del rolado, para R1 y R2, respectivamente (Kunst *et al*, 2012a).

En cuanto al crecimiento de pastos, luego de aplicados los tratamientos se determinó un incremento significativo en la oferta forrajera, de 4786, 2972 y 417 kg MS.ha<sup>-1</sup> para R2, R1 y TE, respectivamente (calculado a partir de datos de Kunst *et al*, 2012b). El gráfico 3 muestra el crecimiento relativo de los tres componentes (árboles, arbustos y pastos) en el período 2006 – 2010. Para pastos, se tomó como referencia la oferta forrajera promedio de R2, para arbustos a R1 y para árboles a TE.

En el gráfico 3 puede observarse por un lado la marcada competencia entre pastos y arbustos, evidenciada por las respuestas opuestas a la intensidad de rolado. Por otro lado, se observa que la disminución en la tasa de crecimiento de árboles para R1 respecto de R2 (más marcada en el tratamiento CC que en SC), coincide con el mayor rebrote arbustivo comentado para R1. Donde este rebrote fue menor, como en el caso de R2 o en TE, el crecimiento de árboles fue menos afectado, aún cuando se incrementaron significativamente los pastos, como en R2. Estos efectos podrían atribuirse a diferencias en los patrones de enraizamiento entre formas de vida. Barnes y Archer (1999), quienes encontraron una fuerte competencia entre arbustos invasores y árboles, argumentan que los sistemas radiculares de los arbustos aprovecharían agua y nutrientes que de otra manera percolarían a mayor profundidad, donde se concentran más las raíces de los árboles.

Gráfico 3: Crecimiento relativo por componentes según tratamiento de rolado.



## 5. Conclusiones

Los resultados encontrados indican que la corta forestal libera espacio de crecimiento, y que los tratamientos de rolado influyen significativamente en la adquisición de éste por el arbolado remanente. Brudvig *et al* (2011) encontraron resultados similares sobre roble (*Quercus alba*), como respuesta a tratamientos mecánicos de desarbustado. Cuando los tratamientos de rolado son de muy baja intensidad a escala de planta, el rebrote arbustivo es más vigoroso, convirtiéndose en un destino importante para el espacio de crecimiento liberado, además de reducir significativamente la instalación de pastos. Probablemente, otros factores que favorezcan el rebrote arbustivo, como el sobrepastoreo, tendrán el mismo efecto.

A partir de esta observación, sería recomendable para la instalación de sistemas silvopastoriles en bosques como el estudiado, aplicar rolados de baja intensidad a escala de lote, que remuevan relativamente poca biomasa y se apliquen con maquinaria maniobrable y personal calificado (como se recomienda en Kunst *et al*, 2008), pero de alta intensidad a escala de planta, de modo de retrasar el rebrote arbustivo.

Por la respuesta encontrada en el crecimiento de los árboles, la corta forestal es compatible con el rolado para la instalación de sistemas silvopastoriles, pues por un lado se observó que el incremento de la oferta forrajera no afectó el crecimiento forestal, y por otro, el crecimiento estimulado por la corta forestal se concentrará en árboles seleccionados, lo cual implica una mejora en la calidad del bosque para su uso productivo.

De particular interés resulta la profundización de las relaciones de competencia y facilitación entre pastos, arbustos y árboles, el efecto sobre las mismas de prácticas de manejo silvopastoril y su variación espacial. Estudios de este tipo sin duda brindarán elementos para continuar mejorando el diseño de sistemas silvopastoriles, orientados a contribuir simultáneamente a aumentar la rentabilidad, la generación de trabajo, y la mejora de la calidad del ecosistema.

## Agradecimientos

Las actividades descriptas se desarrollaron en el marco del PI Sistemas Silvopastoriles, perteneciente al Programa de Investigación Forestal del INTA. El autor agradece especialmente el apoyo financiero de la Asociación Cooperadora del INTA EEA Santiago del Estero y el seguimiento operativo de la Consultora “Forestal Golondrina” para las tareas de corta forestal.

## 6. Bibliografía

- Araujo, P. A., 2003. Bases para la gestión sostenible de bosques en regeneración del chaco semiárido. Tesis doctoral. *Universidad Politécnica de Madrid*.
- Barnes, P. W., Archer, S., 1999. Tree-shrub interactions in a subtropical savanna parkland: competition or facilitation? *Journal of Vegetation Science* 10, 525-536.
- Brassiolo, M., Lorea, L., González, D. P., Zárate, M., 2008. Reacción del estrato arbustivo a diferentes intervenciones y presencia de ganado vacuno, en el Chaco Semiárido *Quebracho* 16, 51-61.
- Bravo, S., 2008. Caracteres estructurales de leñosas que influyen la producción de rebrotes frente tratamientos mecánicos. En: RBI: Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Ediciones INTA, pp. 126-131.
- Brudvig, L. A., Blunck, H. M., Asbjornsen, H., Mateos-Remigio, V. S., Wagner, S. A., Randall, J. A., 2011. Influences of woody encroachment and restoration thinning on overstory savanna oak tree growth rates. *Forest Ecology and Management* 262, 1409-1416.
- Kunst, C., Ledesma, R., Navall, M., 2008. RBI: Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Ediciones INTA, pp. 139.
- Kunst, C., Ledesma, R., Godoy, J., Navarrete, V., 2012a. Dinámica del volumen de arbustivas en rolados de distinta intensidad. Actas del 2do Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina.
- Kunst, C., Ledesma, R., Godoy, J., 2012b. Acumulación de biomasa aérea de Panicum maximun cv Gatton Panic en rolados de distinta intensidad. Actas del 2do Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Santiago del Estero, Argentina.
- Navall, M., 2008. Rolados y manejo forestal. En: Kunst, C; Ledesma, R. y Navall, M. (Eds.), RBI Rolado Selectivo de Baja Intensidad, INTA, Santiago del Estero, pp. 71-85.
- Navall, M., Cassino, W., 2009. Sistemas silvopastoriles en el Chaco Semiárido IV: efecto del rolado sobre la eficiencia de tareas de manejo forestal. *Actas del 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles, Posadas, Misiones*.
- Oliver, C. D., Larson, B. C., 1996. Forest stand dynamics. *John Wiley & Sons, Inc.*, pp. 520.
- Pezo, D., Ibrahim, M., 1998. Sistemas Silvopastoriles. CATIE, Turrialba, Costa Rica, pp. 258.
- Sarmiento, G., 1963. Las comunidades vegetales del Chaco semiárido santiagueño. Tesis Doctoral. Universidad de Buenos Aires, pp. 130.