



## REGENERACIÓN DE LEÑOSAS ARBÓREAS EN ROLADOS INTENSIVOS EN EL SEMIÁRIDO CORDOBÉS

## REGENERATION OF TREES IN INTENSE ROLLER CHOPPED RANGELANDS OF SEMIARID CÓRDOBA

**Cora, Amanda (1); Carlos A. Carranza (2); Torcuato Tessi (3); Marcelo A. Gersicich (4)**

<sup>(1)(3)</sup> EEA Manfredi - INTA, Manfredi, Argentina.

<sup>(2)</sup> Estación Forestal Villa Dolores - INTA, Villa Dolores, Argentina.

<sup>(4)</sup> Campo anexo experimental Deán Funes - INTA, Deán Funes, Argentina.

Dirección de contacto: cora.amanda@inta.gob.ar; Ruta 9 km 636 (X5988) Manfredi, Córdoba, Argentina.

### Resumen

Se evaluó el efecto del rolado intensivo sobre la regeneración de especies arbóreas en el semiárido cordobés. El experimento se instaló en un potrero de 40 ha que había sido re-rolado por última vez en el año 2013. Se lo dividió en parcelas para aplicar 3 tratamientos: 1- Control intensivo de leñosas (re-rolado cada 4/5 años); 2- Manejo de leñosas para recuperación de estructura forestal; 3- Sin intervención sobre leñosas (testigo). Se trazaron y georreferenciaron 12 transectas fijas de 100 m de largo, 4 en cada tratamiento. Para caracterizar la situación inicial (2013), en una faja de 40 m a partir de las transectas, se registró DAP y diámetro de copa de árboles adultos. En 2013, 2014, 2015 y 2017, en una faja de 4 m sobre la misma transecta se registró la altura de los renovales de las especies arbóreas. El estrato arbóreo, promedio de las 12 transectas, estuvo compuesto por 16 individuos adultos por hectárea, con una cobertura del 10%. Estos valores están muy por debajo de los sugeridos, y va en detrimento de los servicios que el ambiente puede brindar a la ganadería. Las clases diamétricas menores están prácticamente ausentes, implicando un bache en la regeneración de entre 30 y 40 años. El número de renovales por hectárea y su altura se incrementaron cada año desde 2013, pero el re-rolado de 2017 los redujo drásticamente. Este nivel de disturbio compromete la perpetuidad de la masa forestal. Si bien existe regeneración de *Prosopis nigra* y *Aspidosperma quebracho-blanco* en este sistema, el tratamiento Control intensivo de leñosas provoca un "reseteo" periódico de la estructura. Es preciso el diseño de un proceso de restauración que posibilite la sustentabilidad de los sistemas productivos, para lo cual se propone reemplazar el concepto de control por el de manejo de leñosas.

**Palabras clave:** *Aspidosperma*; *Quebracho-blanco*; *Prosopis nigra*; Servicios.

### Abstract

*The effect of intensive roller chopping on tree species regeneration was evaluated in semiarid Cordoba. The experiment took place in a 40 ha paddock that had been roller chopped for last time in 2013. It was divided in smaller paddocks where 3 treatments were applied: 1- intensive woody species control (roller chopping every 4/5 years); 2- woody species management for tree structure restoration; 3- area with no woody species treatment (control). In 2013, 4 permanent 100 m long transects were established and georeferenced. To describe the initial situation, in a 40 m wide belt along this transects, trunk diameter at breast height and crown diameter of all tree adults were recorded that year. In a 4 m wide belt, height and specie of all saplings were recorded in 2013, 2014, 2015 and 2017. Average tree stratum was 16 trees per hectare, with 10% arboreal covering. These parameters are far below the suggested, and are detrimental to the services that the environment can provide to cattle. Lower trunk diameter classes are almost absent, meaning a gap in regeneration of 30 to 40 years. The number of saplings per hectare and their height increased yearly since 2013, but roller chopping in 2017 reduced them both drastically. This level of disturbance threatens the perpetuity of tree stands. Even when regeneration of *Prosopis nigra* and*



*Aspidosperma quebracho-blanco* takes place, intensive roller chopping treatment periodically reset the saplings structure. There is need for a process of restoration towards more sustainable systems that ensure the perpetuation of tree stands. It is necessary to replace the concept of "control" for that of "management" of woody vegetation.

**Keywords:** *Aspidosperma quebracho-blanco*; *Prosopis nigra*; Servicios.

### INTRODUCCIÓN

Bajo un esquema de desarrollo sustentable, los sistemas productivos debieran ser diseñados para mantener la mayor cantidad de servicios ecosistémicos (MEA, 2005; Jadán et al., 2012; Camacho-Valdez y Ruiz-Luna, 2012). En la región chaqueña argentina, con clima cálido y alto déficit hídrico, el estrato arbóreo cumple un rol importante en los sistemas productivos ganaderos (Silberman et al., 2015) por favorecer el bienestar animal y la ganancia de peso al atenuar las condiciones ambientales (Pérez et al., 2008; Navall, 2008; Carranza y Ledesma, 2009a; Panadero, 2010; Pérez Casar, 2016). Además, la cobertura arbórea influye en forma indirecta en la producción pecuaria a través de los efectos sobre la producción y calidad del forraje herbáceo (Navall, 2008; Carranza y Ledesma, 2009a). Para la producción de forraje, diversos autores proponen un óptimo de entre 30 y 40% de cobertura arbórea (Díaz 2003; Britos y Barchuk 2008). El 30% de interceptación de luz optimizaría la producción de forraje en condiciones climáticas promedio y para suelos modales del Chaco Árido, al compensar la restricción de radiación con mejores condiciones hídricas (Carranza y Ledesma, 2009b). En este sentido, los sistemas silvopastoriles sobre bosque nativo, parecerían ser los sistemas de producción más recomendables.

Sin embargo, en el semiárido de la provincia de Córdoba, la intensificación de los sistemas ganaderos bovinos se ha implementado aplicando rolados de alta intensidad que eliminan una alta proporción de la biomasa leñosa acumulada por el bosque nativo. Se denomina rolado al pasaje de un rolo traccionado por tractor o topadora. Este rolo es un cilindro de metal (2-3 m de diámetro y 2-3 m de largo) armado de cuchillas, que normalmente es llenado con agua para alcanzar un peso de 4500-5000 kg. El rolo aplasta y pica la vegetación leñosa, disminuyendo su cobertura, pero esta acción no produce su mortandad, ya que la mayoría de las especies leñosas chaqueñas tienen una alta capacidad de rebrote. Durante la aplicación de rolado en general se efectúa la siembra de pasturas megatérmicas de alta producción, a través de un cajón sembrador adosado a la herramienta (Ej: *Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K. Simon & S.W.L. Jacobs) (Kunst et al., 2003). Como consecuencia de estas intervenciones, en los sistemas ganaderos solo persisten los árboles de mayor tamaño, con densidades que en general no superan los 30 árboles por hectárea y cuya cobertura no es mayor al 15% (Tapella, 2012). El mantenimiento de esta estructura requiere de intervenciones periódicas insumo-dependientes (re-rolados y re-siembra) que representan un costo significativo para el sistema y genera un reemplazo de la fisonomía original del bosque por una "sabanización" con baja cobertura y densidad de leñosas. La fragilidad de estos sistemas debiera conducir a considerar no sólo la pérdida de diversidad específica, sino también de las funciones esenciales del ecosistema que permiten la obtención de bienes de consumo y la sustentabilidad de estos sistemas a largo plazo (Marchesini et al., 2009). Una alternativa son los sistemas silvopastoriles sobre bosque nativo, que tienden a incrementar la producción económica cuidando de mantener los demás servicios ecosistémicos que ofrece el bosque nativo. En el diseño de estos sistemas, toma particular importancia la regeneración forestal (Carranza y Ledesma, 2009a). El establecimiento de



nuevas generaciones de leñosas está íntimamente relacionado a las condiciones para la germinación y establecimiento de los individuos y éstas están influenciadas por la fisiología de las especies, las condiciones ambientales y las relaciones que se establecen con el resto de la comunidad del sistema. Los renovales arbóreos compiten en desventaja con los pastizales bien desarrollados, sobre todo de gramíneas, debido a la más eficiente utilización de recursos edáficos. Esta competencia es aún más intensa en regiones semiáridas y áridas, sobre todo cuando el estrato herbáceo es dominado por forrajeras implantadas de alta producción (Ledesma y Carranza, 2009).

Así como es necesario generar propuestas de manejo que mejoren la estrategia de habilitación de áreas boscosas para el uso ganadero (Araujo, 2003), es importante también fijar estrategias que permitan recuperar una estructura leñosa que mejore las condiciones ambientales para la producción y la prestación de servicios ecosistémicos de sostén y regulación, en aquellos sistemas donde la cobertura se ha visto afectada por debajo de umbrales aconsejables.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del rolado intensivo sobre la regeneración natural de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron. (algarrobo negro) y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlttdl (quebracho blanco) en el semiárido cordobés.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El trabajo se realizó en el Campo Anexo Deán Funes dependiente de la EEA Manfredi – INTA (30° 21' 28,69''S; 64° 19' 25,44''O), ubicado en el distrito fitogeográfico chaqueño occidental (Cabrera, 1976), también llamado Chaco semiárido (Oyarzabal et al., 2018).

En esta región el clima es altamente variable, fuertemente controlado por el relieve y la altitud. Se caracteriza por un régimen térmico con una temperatura media anual de 17°C, una amplitud de 13°C y un período libre de heladas de 255 días. La pluviometría regional, de régimen monzónico, presenta un gradiente de distribución longitudinal con un rango de 550 mm al Oeste y 700 mm al Este. Según 27 años de registro, en el predio mencionado, el promedio de precipitaciones es de 687,74 mm y las lluvias ocurren principalmente de noviembre a marzo.

### Diseño

El experimento se instaló en un potrero de 40 ha implantado con *M. maximus* (gatton panic). Su historia de uso indica que ha sido rolado en su totalidad con una frecuencia de entre 3 y 4 años, siendo la última vez en agosto del año 2013, previo a la instalación del experimento.

El potrero fue dividido (alambrado tradicional) en parcelas a los fines de instalar tres tratamientos (Figura 1):

1. Control intensivo de leñosas: se continuó con el manejo histórico, respetando únicamente los árboles adultos que se dejaron en la primera intervención.

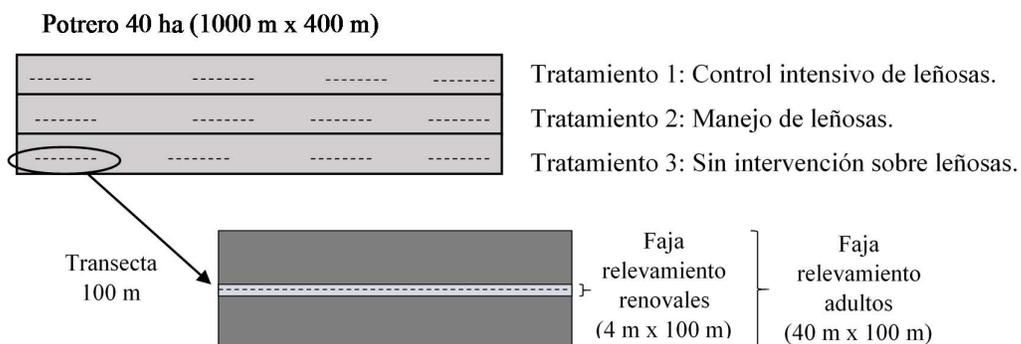


2. Manejo de leñosas: implica prácticas que permitan recuperar una estructura forestal para sistema silvopastoril. Se aplica rolado selectivo cuando la cobertura de leñosas supera el 50%, se pisa aproximadamente el 50% de la superficie, se respetan nichos para la regeneración, se realiza repaso manual y aplicación dirigida de un herbicida para leñosas (asperjado de la base del arbusto/árbol a controlar). Se establece una curva teórica objetivo de frecuencia de diámetros de arbóreas en base a antecedentes (Kunst et al., 2008; Base de datos Proyecto PICTO 2014-0050).
3. Sin intervención sobre las leñosas (testigo).

Todos los tratamientos fueron pastoreados en época estival con cargas ajustadas a la disponibilidad forrajera, la cual se estimó con el método de doble muestreo antes del ingreso de los animales (Haydock y Shaw, 1975).

En el año 2017, a los 4 años de iniciado el experimento, se re-roló el tratamiento control intensivo de leñosas. En cambio, el tratamiento testigo y el de manejo de leñosas no han sido intervenidos, este último debido a que la cobertura de leñosas no ha superado el 50%. Por esta razón, en los resultados se compara la regeneración de arbóreas del tratamiento control intensivo de leñosas con la regeneración en el resto del lote (tratamientos 1 vs 2 y 3).

En el año 2013, en cada tratamiento se trazaron y georeferenciaron 4 transectas fijas de 100 m de largo (12 en total). En el año 2013, en una faja de 40 m de ancho (20 m a cada lado de las transectas), se registró el DAP y dos diámetros de copa (dirección N-S y E-O) de las arbóreas adultas (DAP mayor a 0,05 m) (Figura 1). En una faja de 4 m de ancho (2 m a cada lado de las transectas), en diciembre de los años 2013, 2014, 2015 y 2017, se registró especie, altura y ubicación a través de coordenadas respecto a la línea media de la transecta, de todos los renovales de arbóreas (diámetro altura a 1,3 m del suelo (DAP) menor a 0,05 m) (Figura 1).



**Figura 1.** Representación esquemática del diseño del experimento. Arriba, el potrero de experimentación dividido en parcelas, cada una con 4 transectas. Abajo se detalla una transecta con sus correspondientes fajas para el relevamiento de adultos y renovales de arbóreas.

Para caracterizar la situación inicial del experimento, se determinó la distribución diamétrica de la estructura arbórea y se calculó su cobertura a partir de los promedios de los diámetros medidos en cada individuo.



Se determinó la cantidad de renovales por hectárea y su promedio en altura para cada año. Para el año 2017 se calcularon estas variables por un lado para el área bajo tratamiento control intensivo de leñosas, re-rolado en ese año (R), y por el otro lado para el resto de la superficie no re-rolada ese año (NR) que abarca a los otros dos tratamientos, que por el momento se encuentran en igualdad de condiciones. Se probó la normalidad de las variables con el test de Shapiro Wilks modificado por Mahibbur y Govindarajulu. Se realizaron análisis de la varianza no paramétricos, Kruskal Wallis, para comparar las medias de altura de renovales de R y NR en 2017. Todos los análisis estadísticos se efectuaron con el programa InfoStat (Di Rienzo et al., 2015).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

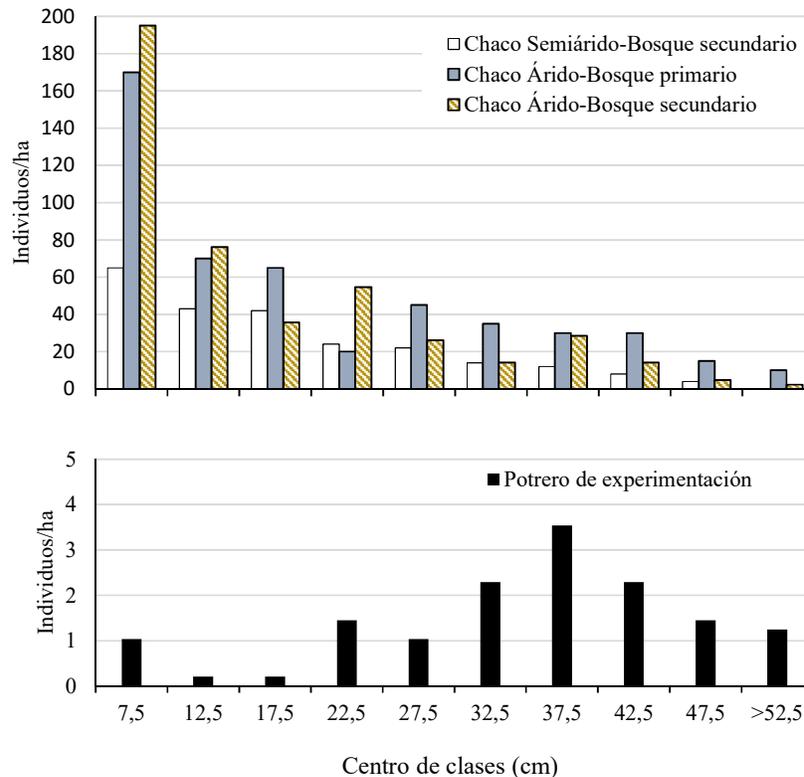
La densidad del estrato arbóreo adulto, promedio de las 12 fajas, fue de  $16 \pm 15$  individuos por hectárea, de los cuales 12 fueron *P. nigra* y 4 *A. quebracho-blanco*. La cobertura arbórea medida fue del 10%. Se considera que este estrato es muy deficitario y que la cobertura está muy por debajo de las óptimas sugeridas para la producción forrajera en áreas intervenidas en zonas áridas y semiáridas, de entre un 30 y un 40% (Díaz 2003; Britos y Barchuk 2008; Carranza y Ledesma, 2009b). Además, la densidad de árboles también está muy por debajo de lo encontrado en otros bosques habilitados para ganadería en el semiárido, que superan en todos los casos los 210 árboles por hectárea de individuos con DAP mayor a 0,05 m (Gaillard de Benítez et al., 2002; Kuntz et al., 2008, Silverman et al., 2015). Esta situación va en detrimento de los servicios que el ambiente puede brindar a la ganadería (sombra, bienestar) y de los servicios de sostén y regulación. La cobertura reviste vital importancia en la regulación hídrica, la conservación de la materia orgánica del suelo, el contenido de carbono y nitrógeno y la actividad microbiana del suelo (Abril et al., 1993; Hang et al., 1995; Carranza et al., 2012; Albanesi et al., 2013; Silberman et al., 2015).

Como reflejo del criterio de rolado de eliminar árboles intermedios o jóvenes, se observa en la Figura 2 que las clases diamétricas menores se encuentran con muy baja representación. De esta manera, la estructura se aleja de la distribución diamétrica característica de los bosques irregulares, en forma de J invertida, con decreciente densidad de individuos a medida que aumenta el diámetro desde las clases de renovales a las de árboles adultos (Navall, 2008).

En la Figura 2 también se grafican, como referencias, las estructuras diámtricas de bosques chaqueños del árido y semiárido. Las mismas corresponden a un bosque secundario de Santiago del Estero (Kunst et al., 2008) y a dos bosques dominados por *A. quebracho blanco* y *P. flexuosa* D. C. (algarrobo dulce), uno de ellos bosque primario en la Reserva de Chancaní y el otro un bosque secundario aprovechado aproximadamente 40 años antes de la medición, en el Paraje San Miguel (Base de datos Proyecto PICTO 2014-0050). La comparación entre las estructuras permite dimensionar cómo el tratamiento realizado sobre el estrato arbóreo en el potrero de experimentación, no ha procurado una estructura que permita la sustentabilidad de las poblaciones forestales (Kunst et al., 2008). Además de la muy escasa presencia de individuos arbóreos mayores, la falta casi total de individuos con DAP menor a los 30 cm, significa un bache en la regeneración de al menos 30 o 40 años de acuerdo a los crecimientos medios de esas arbóreas en la región (Gaillard de Benítez, 1994; Perpiñal et al., 1995; Carranza et al., 2000; Gaillard de Benítez et al., 2002; Giménez et al., 2003).

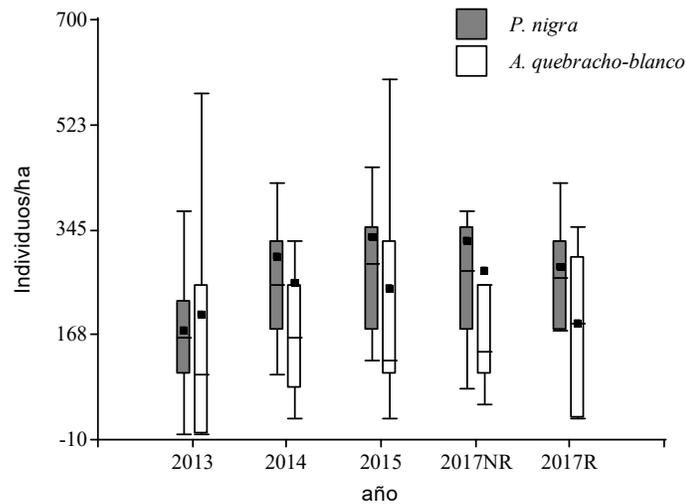


Se considera que la clase diamétrica menor (centro de clase 7,5 cm), representada por solo un individuo por hectárea, es la porción más crítica para la regeneración de las poblaciones forestales porque constituyen el futuro del bosque y son susceptibles al ramoneo y pisoteo. Según Kunst et al. (2008), debiera ser común encontrar más de 1000 individuos por hectárea menores a 10 cm de DAP.



**Figura 2.** Distribución diamétrica de estructura arbórea. Arriba, sitios de referencia con bosque nativo en el Chaco Semiárido (Kunst et al., 2008) y Chaco Árido (Base de datos Proyecto PICTO 2014-0050). Abajo, potrero bajo experimentación en el 2013. Los gráficos difieren en la escala del eje de las ordenadas. Las barras representan valores medios de frecuencia.

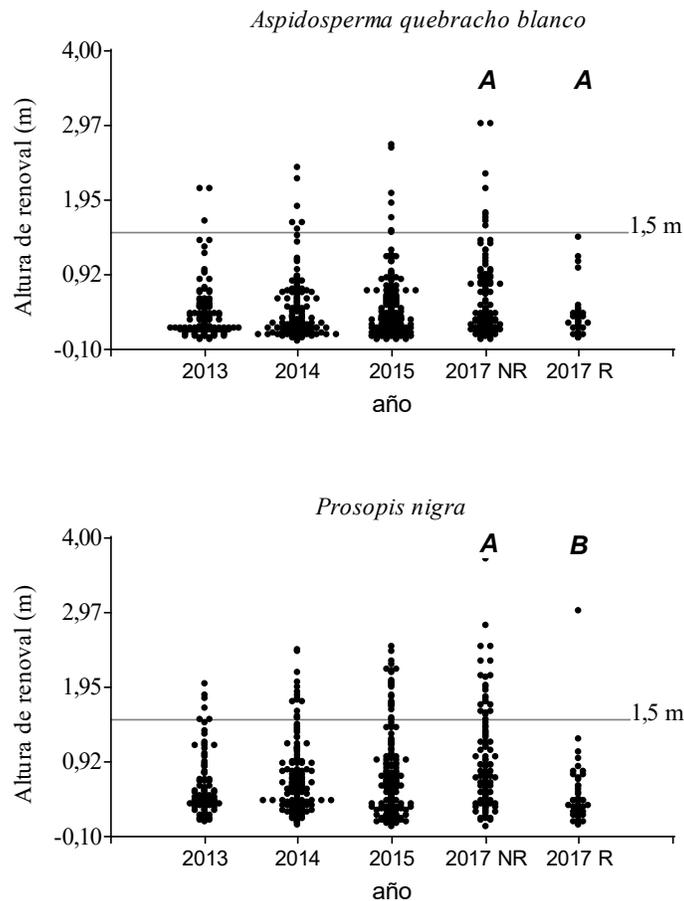
En la Figura 3 está representado el número de renovales por hectárea para cada año relevado. Los valores entre los años 2013 y 2015 presentan los promedios de las 12 fajas. Los valores de 2017 representan por separado NR y R, debido a que el tratamiento de rolado se implementó ese año. Hasta el año 2015 se observa una tendencia de incremento de la cantidad de individuos de las dos especies mientras. Para el año 2017 se presentan por separado el número de renovales por hectárea de NR y R. En NR la cantidad de renovales por hectárea es muy similar a la del 2015, pero en R se observa una reducción. Se considera que mantener el régimen de disturbio planteado para el tratamiento control intensivo de leñosas, comprometería aun más la perpetuidad de la masa forestal debido a que el renoval forestal cumple el rol de asegurarla y es imprescindible su reclutamiento.



**Figura 3.** Gráfico de cajas para la densidad (Individuos/ha) de renovales (DAP <0,05 m) de *Prosopis nigra* y *Aspidosperma quebracho-blanco*. Se muestra media, mediana, cuantiles (0,05 y 0,95) y cuartiles (0,25 y 0,75) de la variable por año relevado. R: área re-rolada en 2017. NR: área no re-rolada en 2017.

De las especies arbóreas citadas para la región (Giménez et al., 2017) solo se encontraron renovales y adultos de *P. nigra* y *A. quebracho-blanco*, además de cuatro individuos de *Prosopis torquata* (Cav. ex Lag.) DC. Es probable que la existencia de estos renovales se deba en gran medida a la capacidad de rebrote de estas especies que ha permitido que persistan inclusive a pesar de fuertes disturbios como el rolado frecuente e intenso y el pastoreo. En el caso de *A. quebracho-blanco*, sus plántulas son capaces de rebrotar desde yemas adventicias formadas en el hipocótilo y el cuello de la raíz, este rebrote le confiere por largo tiempo una persistencia *in situ* de los juveniles y retrasa la muerte de estos en un ambiente disturbado (Barchuk et al, 2006). Por otro lado, también es citada la alta capacidad de rebrote de *P. nigra* y otras especies del mismo género (Lallana et al., 1999; Villagra, 2000). Bond y Midgley (2001) mencionan que la capacidad de rebrote de juveniles se puede considerar parte de la estrategia de reclutamiento de una especie. Se considera ésta una característica valiosa en zonas semiáridas, donde el éxito de la regeneración a través de plántulas provenientes de semilla es esporádico, ya que depende de la ocurrencia de precipitaciones en momento y cantidad necesaria.

En la Figura 4 se grafica la variable altura de los renovales desde 2013 hasta 2017 para las dos especies analizadas. Allí se añade una línea de corte en el eje de las ordenadas para señalar el 1,5m debido a que un renoval debe al menos alcanzar esa dimensión para escapar del daño que produciría el ramoneo del ganado (Navall, 2008). Se observa para ambas especies que con el paso de los años, la nube de puntos se hace más angosta en su base debido a que los puntos se distribuyen hacia alturas superiores, debido al incremento en altura de los individuos. En 2017 la intervención en el área re-rolada determinó que todos los individuos quedaran por debajo del 1,5 m de altura.



**Figura 4.** Gráficos de densidad de puntos de la variable altura de renovales de *A. quebracho-blanco* (arriba) y *P. nigra* (abajo). NR: área no re-rolada en 2017. R: área re-rolada en 2017. La línea de corte del eje y corresponde a 1,5 m, altura a la cual los renovales estarían exentos del ramoneo del ganado. Letras distintas indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

En R la acción mecánica del rolo llevó a prácticamente todos los individuos de las dos especies a una altura accesible al ramoneo. Esto no implicó diferencias significativas entre NR y R ( $P = 0,1439$ ) para *A. quebracho blanco*; en cambio, las diferencias sí fueron significativas ( $P < 0,0001$ ) para *P. nigra*.

Villagra (2000) señala que una vez superada la etapa de plántula, la supervivencia del individuo es probablemente alta. El re-rolado estaría impidiendo el pasaje de plántula a renoval, convirtiéndose en el factor regulador de este proceso clave en la dinámica del bosque.

## CONCLUSIONES

Se considera que en el sistema de alto impacto estudiado, existe regeneración de arbóreas propias del bosque nativo, pero las prácticas usuales de control de leñosas interrumpen su desarrollo provocando un "reseteo" o reinicio de la estructura cada cuatro años.



Cuando los sistemas de producción ganadera aún mantienen ciertas condiciones para que se produzcan las primeras etapas del proceso de regeneración, es factible recuperar alguna estructura que brinde mayores servicios ecosistémicos. Para ello es necesario reemplazar el concepto de “control” por el de “manejo” de leñosas.

Es necesario regular la intensidad del tratamiento tanto en la habilitación para ganadería de los bosques como en el manejo del renoval forestal. Los ecosistemas áridos y semiáridos poseen una dinámica muy lenta, por ende, los procesos biológicos afectados son difíciles de recuperar. De allí la importancia del manejo adecuado de las poblaciones de renovales, que debe ser tenida en cuenta a la hora de diseñar prácticas de manejo para restaurar una estructura arbórea.

### Agradecimientos

A C. Scorcione, F. García, J. Bernasconi, G. Leguizamón, V. Burghi, J. Carranza y G. Carranza. A los integrantes del Proyecto PICTO 2014-0050 por facilitar los datos de estructura de los bosques de Chaco Árido graficados en la Figura 2. Este trabajo fue realizado con fondos provenientes del INTA (Proyecto Específico “Manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos” del Programa Nacional Forestales y Proyecto Regional con Enfoque Territorial del Arco Noroeste de Córdoba) y la Cooperadora de la EEA Manfredi-INTA.

### Bibliografía

Abril, A., Acosta, M., Bachmeier, O., Rollan, A., 1993. Efecto de la cobertura vegetal sobre la actividad biológica de un suelo del Chaco Árido. *Revista Argentina de Microbiología* 25, 15-26.

Albanesi, A., Kunst, C., Anríquez, A., Silberman, J., Ledesma, R., Navall, M., Domínguez Núñez, J., Duffau, R., Suárez, R., Werenitzky, D., Raña, E., Socolik, L., Coria, D., Coria, O., 2013. Rolado selectivo de baja intensidad y sistemas silvopastoriles de la Región Chaqueña. En: Albanesi, A.; R Paz; MT Sobrero; S Helman; S Rodríguez. *Hacia la construcción del desarrollo agropecuario y agroindustrial. De la FAYA al NOA*. Ed. Magna, Santiago del Estero, pp. 360.

Araujo, P. A., 2003. Bases para la gestión sostenible de bosques en regeneración del Chaco Semiárido (Santiago del Estero Argentina). *Quebracho* 10, 87-88.

Barchuk, A., Iglesias, M. D. R., Oviedo, C., 2006. Rebrote basal de *Aspidosperma quebracho-blanco* en estado de plántula: mecanismo de persistencia en el Chaco Árido. *Ecología austral* 16(2), 197-205.

Bond, W. J., Midgley, J. J., 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in ecology & evolution* 16(1), 45-51.

Britos, A. H., Barchuk, A. H., 2008. Cambios en la cobertura y en el uso de la tierra en dos sitios del Chaco Árido del noroeste de Córdoba, Argentina. *Agriscientia* 25(2), 97-110.

Cabrera, A. L., 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Tomo II Fs. 1. Ed. ACME, Bs. As, Argentina, pp. 85.

Camacho-Valdez, V., Ruiz-Luna, A., 2012. Marco conceptual y clasificación de los servicios ecosistémicos. *Rev Bio Ciencias* 1(4), 3-15.

Carranza, C. A., Ledesma, M., 2009a. Bases para el manejo de sistemas silvopastoriles. *Anales XIII Congreso Forestal Mundial*. FAO, pp. 18-23.

Carranza, C. A., Ledesma, M., 2009b. Influencia de la disponibilidad de luz y agua sobre parámetros productivos de *Trichloris crinita* (Lag.) Parodi y *Setaria lachnea* (Nees.) Kunth. 1º Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Misiones, Argentina, pp., 142-150.

Carranza, C., Noe, L., Merlo, C., Ledesma, M., Abril, A., 2012. Efecto del tipo de desmonte sobre la descomposición de pastos nativos e introducidos en el Chaco Árido de la Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 38(1), 97-107.

Carranza, C., Pietrarelli, L., Ledesma, M., Balzarini, M., 2000. Crecimiento de *Prosopis flexuosa* D. C. en el chaco Árido Argentino, luego de la eliminación del estrato arbustivo. *Multequina* 9, 119-133.

Díaz, R. O., 2003. Efectos de diferentes niveles de cobertura arbórea sobre la producción acumulada, digestibilidad y composición botánica del pastizal natural del Chaco Árido (Argentina). *Agriscientia* 20, 61-68.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., González, L., Tablada, M., Robledo, W., Balzarini, M., 2015. *Infostat* versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.



- Gaillard de Benítez, C., 1994. Funciones para estimar el volumen comercial de árboles en dependencia del diámetro y la altura total en cuatro especies del bosque chaqueño seco. *Quebracho* 2, 71-74.
- Gaillard de Benítez, C., Pece, M., Juárez de Galíndez, M., Maldonado, A., Acosta, V. H., Gómez, A., 2002. Biomasa aérea de ejemplares de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*) en dos localidades del Parque Chaqueño seco. *Quebracho* 9, 115-127.
- Giménez, A., Arístides Ríos, N., Moglia, J., 2003. Crecimiento de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron (algarrobo negro) en Santiago del Estero, Argentina. *Foresta Veracruzana* 5(2), 17-22.
- Giménez, A., Hernández, P., Figueroa, M. E., 2017. La diversidad forestal en el Chaco Semiárido. EN: Giménez, A. M., Moglia, J. G., (Eds.) Los bosques actuales del chaco semiárido argentino. Ecoanatomía y biodiversidad una mirada propositiva. Santiago del Estero, pp., 45-80.
- Hang, S., Mazzarino, M. J., Núñez, G., Oliva, L., 1995. Influencia del desmonte selectivo sobre la disponibilidad de nitrógeno en años húmedos y secos en sistemas silvopastoriles en el Chaco Árido Argentino. *Agroforestería en las Américas* 2(6), 9-14.
- Haydock, K. P., Shaw, N. H., 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 15(76), 663-670.
- Jadán, O., Torres, B., Günter, S., 2012. Influencia del uso de la tierra sobre almacenamiento de carbono en sistemas productivos y bosque primario en Napo, Reserva de Biosfera Sumaco, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología* 1(3), 173-184.
- Kunst, C. R., Ledesma, R. R., Basan Nickish, M., Angella, G., Prieto, D., Godoy, J., 2003. Rolado de «fachinales» e infiltración de agua en suelo en el Chaco Occidental (Argentina). *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 32(3), 105-126.
- Kunst, C. R., Ledesma, R. R., Navall, J. M. (Eds.), 2008. RBI Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Resultados 1997-2007 de investigación aplicada, experimentación adaptativa y transferencia en: interacción suelo-vegetación herbácea y leñosa e integración entre ganadería y actividad forestal. Ediciones INTA, Santiago del Estero, Argentina, pp. 138.
- Lallana, M. D. C., Elizalde, J., Billard, C., Sabattini, R. A., Lallana, V. H., 1999. Capacidad de rebrote y tasa de crecimiento en individuos de *Prosopis* spp. En un monte nativo del Departamento La Paz, Entre Ríos. *Actas IV Jornadas Técnicas Forestales del Parque Chaqueño*, 56-64.
- Ledesma, M., Carranza, C. A., 2009. Competencia entre dos especies de gramíneas y renovales de *Prosopis flexuosa* D.C. Implicancias en sistemas silvopastoriles del Chaco Árido Argentino. 1º Congreso Nacional Sistemas Silvopastoriles. Misiones, Argentina, pp.92-104.
- Marchesini, V. A., Sobrino, J. A., Hidalgo, M. V., Di Bella, C. M., 2009. La eliminación selectiva de vegetación arbustiva en un bosque seco de Argentina y su efecto sobre la dinámica de agua. *Rev Teledetección* 31, 93-102.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment), 2005. *Our human planet: summary for decision makers*. Island Press, Washington D.C., pp. 109.
- Navall, J. M., 2008. Implementación de rolados y manejo forestal. En: Kunst, C. R., Ledesma, R. R., Navall, J. M. (Eds.), RBI Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Resultados 1997-2007 de investigación aplicada, experimentación adaptativa y transferencia en: interacción suelo-vegetación herbácea y leñosa e integración entre ganadería y actividad forestal. Ediciones INTA, Santiago del Estero, Argentina, pp. 71-85.
- Oyarzabal, M., Clavijo, J., Oakley, L., Biganzoli, F., Tognetti, P., Barberis, I., MATuro, H. M., Aragon, R., Campanello, P., Prado, D., Oesterheld, M., León, J. C., 2018. Unidades de vegetación de la Argentina. *Ecología Austral* 28(1), 40-63.
- Panadero, A. N., 2010. Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria* 19, 113-122.
- Pérez, E., Soca, M., Díaz, L., Corzo, M., 2008. Comportamiento etológico de bovinos en sistemas silvopastoriles en Chiapas, México. *Pastos y Forrajes* 31(2), 1-1.
- Pérez Casar, L., 2016. Silvopastoril, un sistema en expansión en la Argentina: Es posible compatibilizar entre una ganadería más intensiva, un manejo forestal y el mantenimiento de las funciones del ecosistema. *RIA* 42(2), 120-124.
- Perpiñal, E., Balzarini, M., Pietrarelli, L., Catalán, L., 1995. Crecimiento de *Prosopis flexuosa* en montes naturales del Chaco Árido. Modelización sobre series temporales de ancho de anillos de crecimiento. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales* 4(1). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Buenos Aires.
- Silberman, J. E., Anriquez, A. L., Domínguez Núñez, J. A., Kunst, C. G., Albanesi, A. S., 2015. La cobertura arbórea en un sistema silvopastoril del chaco y su contribución diferencial al suelo. *Ciencia del suelo* 33(1), 19-29.
- Tapella, E., 2012. Heterogeneidad social y valoración diferencial de servicios ecosistémicos: un abordaje multi-actoral en el oeste de Córdoba (Argentina). Tesis para optar al grado académico de doctor en ciencias agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- Villagra, P. E., 2000. Aspectos ecológicos de los algarrobales argentinos. *Multequina* 9(2), 35-51.