

## Efecto de distintas frecuencias de rolado selectivo sobre la capacidad de rebrote de *Neltuma flexuosa* (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis en el ecotono Caldenal-Monte Occidental, región central de Argentina

Kerleng Marin, Rocio Noelia<sup>1,@</sup>, Butti, Lucas<sup>2</sup> y  
Álvarez Redondo Mónica<sup>1,3</sup> 

1 Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

2 Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Anguil, AER Guatraché

3 Universidad Nacional de La Pampa. Facultad de Agronomía

@ Ro.kerleng@gmail.com

Recibido: 16/10/2023

Aceptado: 05/02/2024

**RESUMEN.** El rolado selectivo es una técnica aplicada para el control de leñosas en los ecosistemas semiáridos con el fin de mejorar la condición del pastizal y reducir el riesgo de incendios. Hay antecedentes de estudios sobre el efecto del rolado en el suelo y vegetación herbácea y arbustiva en La Pampa, pero no existen estudios científicos sobre el comportamiento de la vegetación arbórea ante esta práctica. El objetivo del estudio fue evaluar la capacidad de rebrote de renuevos de *Neltuma flexuosa* (algarrobo) ante distintas frecuencias de rolado en la región del ecotono Caldenal-Monte Occidental en La Pampa. El estudio se desarrolló en el Campo Anexo INTA Chacharramendi en dos sitios: sitio 1 con una sola intervención de rolado y sitio 2 con cuatro intervenciones. Ambos sitios fueron afectados por un incendio en 2016. La capacidad de rebrote se evaluó a partir de la medición de la longitud, diámetro y número de rebrotes medidos en 39 algarrobos por sitio. No se encontraron diferencias significativas entre las variables medidas entre sitios. Estos resultados podrían deberse a la baja intensidad del disturbio que no logró afectar los niveles de reservas, permitiendo la regeneración de la especie. La información generada en este estudio aporta mayores conocimientos sobre la efectividad de la práctica de rolado como estrategia de control de leñosas en ambientes áridos-semiáridos.

**PALABRAS CLAVE:** rolado; control de leñosas; renuevos; algarrobo; ambiente semiárido.

**ABSTRACT. EFFECT OF DIFFERENT FREQUENCIES OF SELECTIVE ROLLING ON THE RESPROUT CAPACITY OF NELTUMA FLEXUOSA (DC.) C.E. HUGHES & G.P. LEWIS IN THE CALDENAL-MONTE OCCIDENTAL ECOTONE, CENTRAL REGION OF ARGENTINA.** Selective rolling is a technique applied for the control of woody plants in semi-arid ecosystems in order to improve the condition of the pasture and reduce the risk of fires. There are studies on the effect of rolling on the soil and herbaceous and shrubby vegetation in La Pampa, but there are no scientific studies on the growth of tree vegetation in the face of successive applications of the practice. The objective of the study was to evaluate the regrowth capacity of *Neltuma flexuosa* (algarrobo) shoots in the Caldenal-Monte Occidental ecotone region, La Pampa. It was developed in the Campo Anexo INTA Chacharramendi in two sites with different frequencies of selective rolling, site 1 with a single intervention and site 2 with four interventions. Both sites were affected by a fire in 2016. The regrowth capacity was evaluated by measuring the length, diameter and number of regrowth measured in 39 carob trees per site. No significant differences were found between the variables of each treatment. These results could be due to the low intensity of the disturbance that failed to affect the levels of reserves, allowing the regeneration of the species. The information generated in this study provides greater knowledge about the effectiveness of the rolling practice as a woody control strategy in arid-semiarid environments.

**KEY WORDS:** rolled; woody control; shoots; algarrobo; semiarid environment.

### INTRODUCCIÓN

Una importante extensión del territorio de Argentina se encuentra dominado por ambientes

áridos-semiáridos con vegetación natural (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación, 2022). En la provincia de La Pampa, estos ambientes, están representados por los ecosistemas Caldenal y Monte Occidental (Cabrera, 1976) que ocupan más de la mitad de la superficie de la provincia, donde la ganadería extensiva es la actividad económica predominante. Se pueden diferenciar distintas

Cómo citar este trabajo:

Kerleng Marin, R. N., Butti, L. y Álvarez Redondo, M. (2024). Efecto de distintas frecuencias de rolado selectivo sobre la capacidad de rebrote de *Neltuma flexuosa* (DC.) C.E. Hughes & G.P. Lewis en el ecotono Caldenal-Monte Occidental, región central de Argentina. *Semiárida*, 34(1), 27-34.



fisonomías de la vegetación en función de la combinación de variables ambientales como el clima, relieve y suelos; y antrópicas tales como el manejo ganadero, desmontes totales y parciales de bosque nativo, quemadas controladas (Álvarez Redondo y Adema, 2018). En este contexto se puede distinguir áreas conformadas por bosques de caldén y algarrobo con diferentes edades y densidades, en combinación con arbustos o arbustales con pastizales, arbustales puros, pastizales y tierras de cultivos (Adema, 2006). En las últimas décadas, estos ambientes han sufrido un intenso proceso de degradación debido a prácticas inadecuadas de manejo y aprovechamientos no planificados, transformándose en áreas arbustizadas, de baja productividad y alto riesgo de incendios (Cano, 1980; Vázquez et al., 2013; Morici et al., 2006; Martín et al., 2008; Morici et al., 2009; Rollhauser y Uhaldegaray, 2015). El incremento en la densidad y cobertura de leñosas, a expensas de áreas dominadas por pastizales, produce alteraciones en el paisaje, debido a modificaciones en la estructura de las comunidades vegetales y en la funcionalidad de los ecosistemas, que reducen significativamente la oferta y accesibilidad al forraje (Anriquez et al., 2005).

Algunas especies leñosas, al ser sometidas a distintos disturbios generan un desarrollo excesivo de rebrotos. Esta capacidad de rebrote se da en función del banco de yemas basales. Ejemplos de lo mencionado es el caso de especies del género *Neltuma* en la provincia de La Pampa, o especies del género *Schinus*, *Acacia*, *Celtis*, *Larrea* en la Región Chaqueña (Cano, 1980; Kunst et al., 2008). Este desarrollo de rebrotos comienza a ejercer un efecto competitivo por luz, nutrientes y agua afectando el crecimiento de las especies herbáceas; perjudicando al sistema productivo (Guzman et al., 2020).

Distintas herramientas de manejo han sido aplicadas para el control de leñosas (Villalobos, 2013). Una de las técnicas agronómicas más utilizadas es el rolado selectivo mediante la utilización de un rolo cortador cuyo efecto consiste en el aplastado y trozado de la vegetación a medida que va avanzando, impulsado por una toma de fuerza externa

(tractor). La intervención induce a una sucesión secundaria de la vegetación afectada generando cambios sobre la dinámica de la misma, del agua y de la productividad del suelo y pasturas (Ledesma et al., 2018; Mora y Rosales, 2012).

La intensidad de la intervención es estimada a través del peso y tamaño de la maquinaria empleada, el número de pasadas y la severidad de los cambios que produce (Adema, 2006; Mora y Rosales, 2012). La selectividad del rolado es determinada mediante el área de intervención, priorizando la conservación del estrato arbóreo, regeneración e isletas de arbustal mixto (Adema et al., 2018).

La regeneración vegetativa se produce por numerosos rebrotos basales, sin la presencia de un brote dominante lo que genera ejemplares multicaules (Bravo et al., 2018; Kunst et al., 2012) con gran volumen de biomasa en cada ejemplar afectado. Estudios realizados en Santiago del Estero, detectaron un incremento en el número de rebrotos de *Senegalia gilliessi* (teatín), *Capparis atamisquea* (atamisque) y *Celtis pallida* (tala), al primer año de efectuarse una y dos frecuencias de rolado. Por el contrario, al segundo año de la intervención, el número de rebrotos se redujo (Bravo et al., 2018). Al este de Mendoza también se demostró que en áreas dominadas por *Larrea divaricata* (jarilla hembra), *Larrea cuneifolia* (jarilla macho) y *Neltuma flexuosa* (algarrobo), la práctica de rolado disminuyó inicialmente la biomasa, pero luego de siete años la cobertura alcanzó los valores de su estado original (Mora y Rosales, 2012). Resultados semejantes se obtuvieron al sur de la provincia fitogeográfica del Monte, donde el rolado redujo el porcentaje de cobertura de *Condalia microphylla* (piquillín), *Neltuma* spp. y *Prosopidastrum angusticarpum* (brusquilla verde) por un lapso de tres a cinco años (Peláez et al., 2021). Asimismo, Steinaker et al. (2016), en la provincia de San Luis, demostraron que a los tres años de efectuarse el rolado, arbustos del género *Larrea*, *Neltuma*, *Condalia*, *Lycium* y *Senna* recuperaron el 70 % de la cobertura original. Bogino y Bravo (2014), concluyeron que incrementar la frecuencia de rolado en el área del extremo austral de Chaco árido, no afectó a la población de leñosas y redujo de manera significativa la biomasa

individual de la especie *L. divaricata*. Peláez et al. (2017), en el sudoeste de Buenos Aires, determinaron que la cobertura media de especies leñosas como *C. microphylla*, *Chuquiraga erinacea* (chilladora), *L. divaricata*, *Schinus fasciculatus* (molle), *Geoffroea decorticans* (chañar), *Brachyclados lycioides* (mata negra), *Neltuma alpataco* (alpataco) y *Prosopidastrum globosum* (manca caballo) se redujo comparado con el estado inicial luego de una quema prescripta y una intervención de rolado.

Prácticas de rolado desarrolladas en la región del Caldenal-Monte Occidental demostraron una mejora en el aprovechamiento del agua edáfica y consecuentemente un aumento de la productividad del pastizal (Martin et al., 2008). En el Campo Anexo INTA Chacharramendi se han realizado numerosos ensayos con esta práctica con el objetivo de incrementar la productividad de los pastizales naturales y promover la conservación del estrato arbóreo. No obstante, no hay estudios científicos que evalúen la tasa de rebrote en renuevos de las especies arbóreas luego de una intervención con rolado selectivo. El objetivo del presente trabajo fue comparar la capacidad de rebrote de *N. flexuosa* entre dos sitios intervenidos con distintas frecuencias de rolado selectivo en un área del ecotono caldenal-monte occidental. Se planteó como hipótesis que la capacidad de rebrote de la especie *N. flexuosa* disminuye al incrementar la frecuencia de rolado selectivo de baja intensidad.

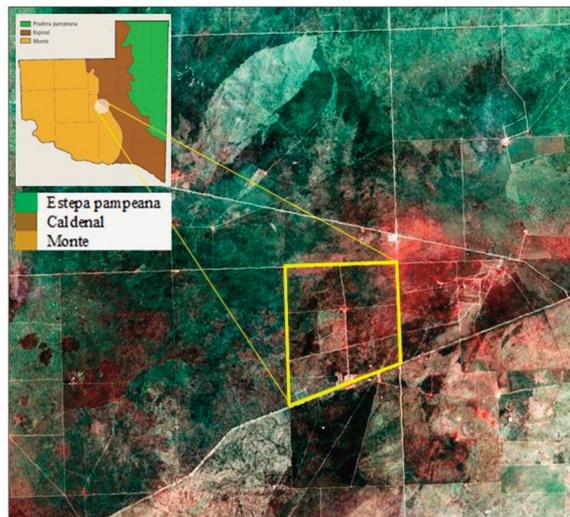
## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El área de estudio corresponde al establecimiento agropecuario Campo Anexo INTA Chacharramendi, ubicado en el Departamento Utracán, provincia de La Pampa (37° 22' S, 65° 46' W) (Figura 1). Respecto a la fitogeografía dominante del área, el campo se ubica en una zona de transición entre el Distrito del Caldén perteneciente a la Región del Espinal y la Región del Monte

Occidental (Cabrera, 1976). El clima es templado, con una temperatura anual promedio de 15 °C. La precipitación media anual es de 494,8 mm. La evapotranspiración potencial es de 789 mm y la deficiencia hídrica anual promedio es de 295 mm (Adema et al., 2018). Los suelos predominantes son Ustipsamientos Típicos y Ustortentes Típicos (Adema, 2006), muy susceptibles a la erosión eólica e hídrica (Adema et al., 2014). Contienen escasos contenidos de carbono orgánico, nitrógeno y abundancia de fósforo (Martin et al., 2008).

La vegetación representativa en esta zona de transición varía desde un arbustal mixto abierto bajo hacia un arbustal denso con un estrato arbóreo dominado por *N. flexuosa*, *Neltuma caldenia* (caldén) y *G. decorticans* de densidad variable. El estrato arbustivo está representado mayormente por *C. erinacea*, *L. divaricata*, *C. microphylla* y renuevos de leñosas como *N. flexuosa* y *N. caldenia*, entre otras especies. El estrato gramíneo-herbáceo presenta una comunidad donde predominan las gramíneas invernales sobre las estivales y las hierbas. Entre las principales especies se encuentran: *Nassella*



**Figura 1.** Imagen satelital de ubicación del Campo Anexo de INTA Chacharramendi identificado en contorno amarillo, en referencia al Mapa fitogeográfico de la provincia de La Pampa .

**Figure 1.** Satellite image of the location of the Campo Anexo de INTA Chacharramendi identified in yellow outline in reference to the phytogeographic map of the province of La Pampa.

Kerleng Marin, R. N., Butti, L. y Álvarez Redondo, M.

*tenuis* (flechilla fina), *Poa ligularis* (unquillo), *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra), *Digitaria californica* (pasto plateado) y *Leptochloa crinita* (plumerito), entre otras (Álvarez Redondo y Adema, 2018; Adema et al., 2018; Adema et al., 2004). La densidad y cobertura de los estratos arbustivos y subarbustivos dependen asimismo de las características del sitio y de la historia de uso de los potreros.

### Diseño experimental y muestreo

Se estudiaron dos sitios intervenidos con rolados selectivos de baja intensidad con distintas frecuencias y afectados por un mismo incendio de origen natural en 2016. Se identificaron como Sitio 1 al área intervenida por una baja frecuencia de rolado (S1) y Sitio 2 (S2) por una alta frecuencia de rolado. S1 corresponde un área de 150 ha, intervenido con una sola pasada de rolado en octubre del 2018. El S2 presenta una superficie de 4 ha situado dentro de un potrero de 25 ha, intervenido por cuatro pasadas de rolado: julio de 2008, diciembre de 2010, septiembre de 2016 y julio de 2018 (Figura 2).

El rolo utilizado en las intervenciones (Figura 3) corresponde a un cilindro metálico de 1,5 m de diámetro, 2,5 m de ancho de labor y con un peso aproximado 5000 kg (7000 kg con lastre completo) y traccionado con un tractor Agco Allis de 150 hp. En su exterior presenta cuchillas de metal de 15 cm de alto alternadas de torno a la circunferencia del cilindro.

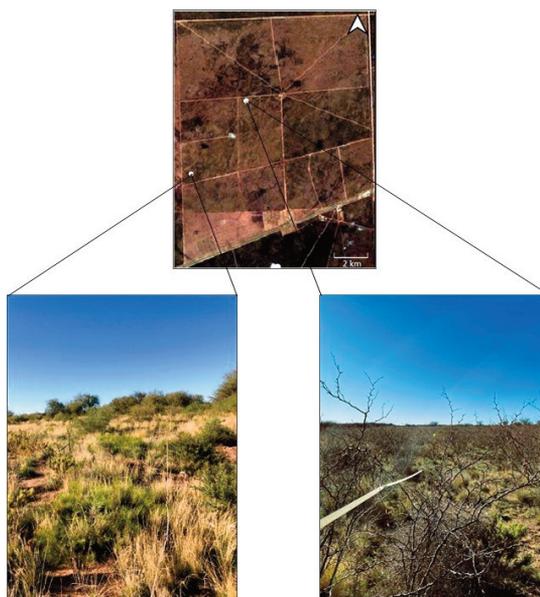
La capacidad de rebrote de *N. flexuosa* se evaluó a partir del conteo del número de rebrotes basales ( $N^{\circ}$ ), diámetro (mm) y longitud (cm) de cada rebrote medidos en 39 individuos por sitio, seleccionados al azar, considerando todos los rangos de tamaño. En rebrotes con ausencia de bifurcaciones, los diámetros fueron medidos a 30 cm del suelo y en rebrotes con bifurcaciones por debajo de los 30 cm, se realizó la medida en dicha altura de cada

rebrote. Las mediciones se realizaron en tres campañas diarias de muestreo, entre los meses de agosto y diciembre de 2021.

### Caracterización de los sitios previa a las intervenciones

Sitio 1. Fue evaluado en 2014 y contaba con una cobertura de leñosas de 85 % y una altura promedio del estrato arbustivo dominante entre 1,5 y 2 m. Las especies dominantes en este estrato corresponden a *C. erinacea*, *C. microphylla*, *P. globosum*, *L. divaricata* y *Acantholippia seriphoides* (tomillo). El estrato arbóreo, caracterizado por la presencia de árboles aislados de *N. flexuosa*. Con una altura promedio de ejemplares entre 4 y 6 m.

Sitio 2. Analizado en el año 2008, presentaba una cobertura de leñosas de 85 % y una altura promedio del estrato entre 1,5 y 3 m. El estrato arbustivo se encontraba dominado por *C. erinacea*, *A. seriphoides*, acompañadas por las especies *Lycium chilense* (llaollin), *Junelia seriphioide* (tomillo macho), renuevos de *N. flexuosa*, *C. mycrophylla*, *P. globosum*, *L.*



**Figura 2.** Ubicación de los dos sitios de muestreo en el Campo Anexo INTA Chacharramendi sobre imagen satelital (arriba). Fisonomía de vegetación dominante en S1 y S2 (abajo).

**Figure 2.** Location of the two sampling sites in the Campo Anexo INTA Chacharramendi on satellite image (above). Physiognomy of dominant vegetation in S1 and S2 (below).



**Figura 3.** Equipo utilizado para las intervenciones de rolado selectivo de baja intensidad en el Campo Anexo INTA Chacharramendi.

**Figure 3.** Equipment used for low intensity selective rolling interventions in the Campo Anexo INTA Chacharramendi).

*divaricata*, *Ephedra ochreatea* (solupe), *B. lycioides*, *Lycium gilliesianum* (piquillín de víbora), *Verbena aspera* (rama blanca) y *N. alpataco*.

#### **Análisis Estadístico**

A fin de determinar si distintas frecuencias de rolado produjeron efectos significativos en la capacidad de rebrote *N. flexuosa*, se realizó una Prueba T para muestras independientes ( $p < 0,05$ ) sobre las variables medidas en los ejemplares seleccionados. Se obtuvieron valores promedio de diámetro, longitud y número de rebrotes de cada individuo ( $n=39$ ) de S1 y S2 y se determinó un valor promedio de cada variable por tratamiento (S1 y S2). El análisis de los datos se realizó con el paquete estadístico InfoStat/libre versión 2020 (Di Rienzo et al., 2020). Se realizaron comparaciones gráficas con los valores promedios de diámetro, longitud y número de rebrotes de *N. flexuosa* con sus respectivas variaciones estándares para S1 y S2.

## **RESULTADOS**

### **Capacidad de rebrote**

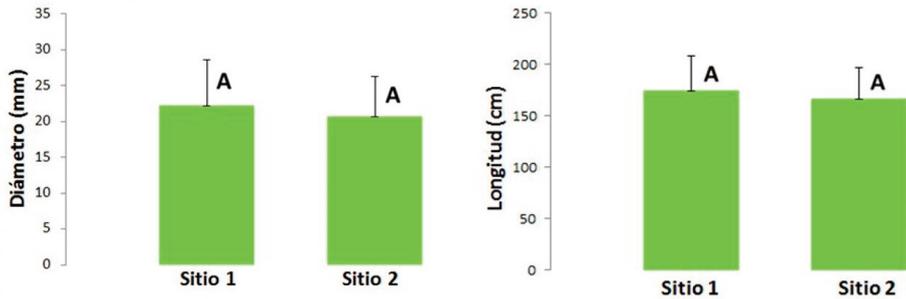
La capacidad de rebrote de los individuos de *N. flexuosa* no presentó diferencias significativas en cuanto al diámetro ( $t=1,09$ ;  $p > 0,05$ ) y longitud ( $t=1,11$ ;  $p > 0,05$ ) de los rebrotes entre sitios (Figura 4). De la misma

forma, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de rebrotes entre tratamientos ( $t=-1,19$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 5).

## **DISCUSIÓN**

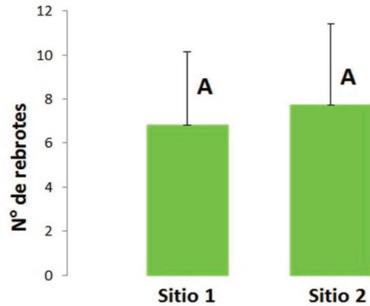
Luego de un disturbio de rolado, donde las plantas son afectadas a nivel de superficie y no desde la raíz, las especies leñosas rebrotan principalmente por medio de las yemas basales y en menor medida por las apicales. Esta regeneración depende de la intensidad del disturbio y de la disponibilidad de reservas que presenta la vegetación. Disturbios menos intensos producen un rebrote más vigoroso debido a que se mantienen un mayor porcentaje de yemas aéreas (Kunst et al., 2008; Navall, 2012). No obstante, los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que la capacidad de rebrote no se vio afectada al incrementar la frecuencia del rolado manteniendo la misma intensidad de disturbio en todas las intervenciones.

Los métodos de control suelen ser parcialmente efectivos y rara vez son permanentes cuando se interviene a nivel del suelo, por lo que se necesitan tratamientos posteriores para el control de las leñosas, dependiendo del potencial regenerativo de las especies afectadas. En este sentido, en el presente trabajo quedó demostrado que la capacidad de rebrote de los algarrobos del



**Figura 4.** Diámetro promedio (izquierda), longitud promedio (derecha) y sus correspondientes desvíos estándar de los rebrotes de *Neltuma flexuosa* en Sitio 1 (una intervención de rolado) y Sitio 2 (cuatro intervenciones de rolado). Letras iguales indican que no hubo diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre valores del mismo gráfico

**Figure 4.** Average diameter (left), average length (right) and their corresponding standard deviations of *Neltuma flexuosa* sprouts at Site 1 (one rolling intervention) and Site 2 (four rolling interventions). Equal letters indicate that there were no significant differences ( $p>0.05$ ) between values of the same graph.



**Figura 5.** Número de rebrotes promedio y desvío estándar de *Neltuma flexuosa* en Sitio 1 (una intervención de rolado) y Sitio 2 (cuatro intervenciones de rolado). Letras iguales indican que no hubo diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre valores del mismo gráfico

**Figure 5.** Average number of regrowth and standard deviation of *Neltuma flexuosa* in Site 1 (one rolling intervention) and Site 2 (four rolling interventions). Equal letters indicate that there were no significant differences ( $p>0.05$ ) between values of the same graph.

ecotono Caldenal-Monte Occidental no se ven afectados por una mayor frecuencia de intervención con rolado selectivo. Numerosos trabajos demuestran un efecto positivo inmediato pos intervención en términos productivos (mejora del pastizal natural) y ecológicos (disminución de riesgo de incendios) asociado a la disminución de la cobertura arbustiva pero el rebrote posterior en el corto-mediano plazo es inevitable debido a la capacidad de rebrote de las especies en estos ambientes. Peláez et al. (2021) detectaron una disminución de la cobertura inicial de *C. microphylla*, *Neltuma* spp. y *P. angusticarpum*

luego de un rolado, efecto que permaneció por un lapso de tres a cinco años y luego se observó el avance de los rebrotes de las especies afectadas. Al este de Mendoza, Mora y Rosales (2012), encontraron resultados similares en áreas dominadas por *L. divaricata*, *L. cuneifolia* y *N. flexuosa*, luego de siete años de efectuarse dos intervenciones de rolado, la cobertura alcanzó los valores de su estado original. Bogino y Bravo (2014), en un área del extremo austral del Chaco árido en San Luis, concluyeron que la comunidad leñosa (*Neltuma nigra*, *Aspidosperma quebracho blanco*, entre otros) a los dos años de efectuarse dos intervenciones de rolado y la ocurrencia de un incendio natural, no manifestó diferencias significativas con el estado original.

La interacción de las condiciones ambientales regula la efectividad de las prácticas de control. En un bosque xerófilo de San Luis, dominado por *N. flexuosa*, *L. divaricata*, *L. chilense*, *Senna aphylla*, *C. microphylla*, al año del rolado, la cobertura de arbustos disminuyó del 80 % al 26 %. Sin embargo, los arbustos recuperaron el 70 % de su cobertura inicial luego de tres años, demostrando una gran capacidad de rebrote de la vegetación luego de la intervención. Por el contrario, los árboles redujeron su cobertura del 20 al 2 % en el primer año y no se percibieron incrementos posteriores (Steinaker et al., 2016). En dicho trabajo se utilizó un rolo cuyo peso fue de 11 tn, tratándose de una intensidad superior a la del rolado implementado en este trabajo, lo que podría atribuirse al comportamiento

diferente que presentó *N. flexuosa*.

En un estudio realizado en bosques del Chaco occidental en Santiago del Estero, dominado por *S. gilliessi*, *C. atamisquea* y *C. pallida* se observó diferencias significativas en el número promedio de rebrotes por planta luego de la aplicación del rolado, sin que existan efectos significativos entre las frecuencias del disturbio (una y dos pasadas de rolo). Sin embargo, al año de la aplicación el número promedio de rebrotes, aumentó, pero al segundo año se produjo una disminución significativa. La mortalidad se dio principalmente en los rebrotes inicialmente formados, probablemente por competencia de recursos. Sin embargo, en nuestro estudio no se encontraron diferencias significativas en el número de rebrotes en cada tratamiento, lo que podría atribuirse a la capacidad de rebrote que presenta la especie estudiada y la intensidad aplicada de la práctica. Por otro lado, durante el tiempo transcurrido desde el último rolado y las mediciones correspondientes para el estudio, se presentaron precipitaciones anuales cercanas o superiores a la media, lo que podría haber contribuido en el crecimiento en longitud y diámetro de los rebrotes.

## CONCLUSIONES

La efectividad del rolado se observa en el tiempo inmediato posterior a la intervención, dado que la vegetación se recupera gracias a la activación de las yemas basales generando una gran cantidad de rebrotes. Los resultados obtenidos en este trabajo no apoyan la hipótesis de que a mayor frecuencia de rolado selectivo de baja intensidad disminuye la capacidad de rebrote de *N. flexuosa*. La ausencia de diferencias podría atribuirse a la baja intensidad del disturbio que no logró afectar los niveles de reservas de los individuos, permitiendo la regeneración de la especie por medio de sus yemas basales.

No existe una única y efectiva alternativa de manejo de la arbustización en estos ambientes. El efecto de cada tratamiento dependerá de la metodología de intervención, las características ambientales del sitio y tipo de vegetación dominante. Este estudio aporta nuevos conocimientos sobre la efectividad del rolado selectivo a mediano-largo plazo en áreas naturales con presencia de especies arbóreas a

partir de la evaluación de la capacidad de rebrote de *N. flexuosa* en el ecotono Caldenal-Monte Occidental. Los resultados amplían y complementan los antecedentes generados sobre el efecto de la práctica de rolado como estrategia de manejo y control de leñosas en ambientes áridos-semiáridos.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo surge a partir del desarrollo de una Tesina de grado de la carrera Ingeniería en Recursos Naturales y Medio Ambiente de la primera autora. Se agradece a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa y al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Anguil, por otorgar los medios necesarios para el desarrollo del ensayo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adema, E. O., Butti, L. R., Angolani, D. y Berterreix, G. (2018). Manejo Integral del Campo ANEXO Chacharramendi, INTA. Periodo 2012-2018. Informe Campo Anexo Chacharramendi INTA N° 5.
- Adema, E. O., Butti, L. y Berterrei, G. (2014). Manejo integral del Campo Anexo Chacharramendi, INTA (2012-2014). Informe INTA inédito.
- Adema, E. O. (2006). Recuperación de pastizales mediante rolado en el Caldenal y el Monte Occidental. Publicación Técnica N° 65, INTA Anguil. 52 p.
- Adema, E. O., Buschiazzo, D. E., Babinec, F. J., Rucci, T. E. y Hermida, V. F. G. (2004). Control mecánico de arbustos en una región semiárida de Argentina y su efecto sobre el contenido de agua del suelo y la productividad de los pastizales. *Gestión del agua agrícola*, 68 (3), 185-194.
- Alvarez Redondo, M. y Adema, E. (2018). Capacidad de retención de agua por el dosel de los arbustos en la Región Árida-Semiárida Central de Argentina. *Semiárida*, 28(1), 31-40.
- Anriquez, A., Albanesi, A., Kunst, C., Ledesma, R., López, C., Rodríguez Torresi, A., y Godoy, J. (2005). Rolado de fachinales y calidad de suelos en el Chaco occidental, Argentina. *Ciencia del suelo*, 23(2), 145-157.
- Bogino, S. M., y Bravo, M. B. (2014). Impacto del rolado sobre la biodiversidad de especies leñosas y la biomasa individual de jarilla (*Larrea divaricata*) en el Chaco Árido Argentino. *Quebracho-Revista de Ciencias Forestales*, 22(1-2), 79-87.
- Bravo, S., Abdala, R., Del Corro, F., Ibáñez-Moro, V., Santacruz-García, A., Loto, D., y Ojeda, F. (2018). Regeneración en especies de leñosas nativas del Chaco de Argentina y su respuesta a disturbios. Los bosques y el futuro consolidando un vínculo permanente en educación forestal, 127-150.
- Cabrera, A., L. (1976). Regiones Fitogeográficas Argentinas. En *Enciclopedia Argentina de*

- Kerleng Marin, R. N., Butti, L. y Álvarez Redondo, M. *Agricultura y Jardinería*. Tomo II, fascículo 1. Falta Editorial
- Cano, E. (1980). Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Universidad Nacional de La Pampa, Gobierno de La Pampa. <https://recursosnaturales.lapampa.edu.ar/index2.html>.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2020) InfoStat, versión 2020, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.ar>
- Guzman, L. M., Ricarte, R. A., y Diaz, R. F. (2020). El rolado y desmonte manual: ¿cuáles son las consecuencias para el ecosistema cuando sacamos los arbustos? Estación Experimental Agropecuaria La Rioja, INTA.
- Kunst, C., Ledesma, R., Bravo, S., Albanesi, A., Anriquez, A., Van Meer, H. y Godoy, J. (2012). Estados estacionarios leñosos perturbadores en la región del Chaco (Argentina): respuestas a tratamientos combinados de perturbación. *Ingeniería ecológica*, 42, 42-53.
- Kunst, C., Ledesma, R. y Navall, M. (2008). Rolado selectivo de baja intensidad. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_manualrbi.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manualrbi.pdf)
- Ledesma, R., Elías, A., Kunst, C., Navarrete, V. y Godoy, J. (2018). Efecto del rolado de baja intensidad (RBI) sobre la distribución radical de pastos y arbustos en un bosque del Chaco occidental. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 44(2), 121-128.
- Ley Nacional 26.331 de 2007. Ley de presupuestos mínimos de protección ambiental de los bosques nativos. 19 de diciembre de 2007. B.O. N° 31.310.
- Ley Provincial 2624 de 2011. Declarando de interés provincial la restauración y conservación y aprobando el ordenamiento territorial de los bosques nativos de la provincia de La Pampa. 30 de junio de 2011. Sep. B.O. N° 2951.
- Martin, J., Adema, E., Aimar, S. y Babinec, F. (2008). Efecto del rolado sobre propiedades fisicoquímicas del suelo en el ecotono Caldenal-Monte Occidental. Publicación Técnica N° 76, INTA.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. (2022). Segundo Inventario Nacional de Bosques Nativos (INBN2): Informe Nacional. Buenos Aires: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/bosques/segundo-inventario-nacional-bosques-nativos>
- Mora, S. y Rosales, I. (2012). El rolado en Mendoza. Edición INTA.
- Morici, E., Doménech-García, V., Gómez-Castro, G., Kin, A., Saenz, A. y Rabortnikof, C. (2009). Diferencias estructurales entre parches de pastizal del cardenal y su influencia sobre el banco de semillas, en la provincia de La Pampa, Argentina. *Agrociencia*, 43, 529-537.
- Morici, E. F. A., Kin, A. G., Mazzola, M. B., Ernst, R. D., y Poey, M. S. (2006). Efecto del pastoreo sobre las gramíneas perennes *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en relación con la distancia a la aguada. *Semiárida*, 17(1/2), 3-13.
- Navall, M. (2012). Efectos del rolado y la corta sobre el crecimiento de un quebrachal semiárido santiaguense. 2° Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles.
- Peláez, D. V., Blazquez, F. R., Giorgetti, H., & Rodríguez, G. (2021). Respuesta de la vegetación a un rolado en la Provincia Fitogeográfica del Monte, Buenos Aires, Argentina. *RIA*, 47(2), 224-231.
- Peláez, D. V., Giorgetti, H. D., Montenegro, O. A., Elias, O. R., Rodríguez, G. D., Blazquez, F. R. y Andrioli, R. J. (2017). Vegetation response to fire and roller-chopping in the south-western of Buenos Aires, Argentina. *International Journal of Experimental Botanic*, 86, 325-331.
- Rollhauser, M. G., y Uhaldegaray, C. A. (2015). El rolado selectivo y la aplicación de herbicidas selectivos como herramientas para intervenir fachinales: su efecto y duración sobre la estructura vertical y horizontal de la vegetación. [Trabajo Final de Graduación]. Facultad de Agronomía, UNLPam.
- Steinaker, D. F., Jobb, E. G., Martini, J. P., Arroyo, D. N., Pacheco, J. L., & Marchesini, V. A. (2016). Vegetation composition and structure changes following roller-chopping deforestation in central Argentina woodlands. *Journal of Arid Environments*, 133, 19-24.
- Vázquez, P., Adema, E., & Fernández, B. (2013). Dinámica de la fenología de la vegetación a partir de series temporales de NDVI de largo plazo en la provincia de La Pampa. *Ecología austral*, 23(2), 77-86.
- Villalobos, A. E. (2013). El sobrepastoreo del ganado doméstico como disparador de la arbustización. *BioScriba*, 6(1), 51-57.