

Impacto del rolado sobre la biodiversidad de especies leñosas y la biomasa individual de jarilla (*Larrea divaricata*) en el Chaco Árido Argentino

*Rolling impact on woody plant biodiversity and individual biomass of jarilla (*Larrea divaricata*) in the Dry Chaco in Argentina*

Bogino, S. M.¹ y M. B. Bravo¹

Recibido en octubre de 2013; aceptado en agosto de 2014

RESUMEN

El rolado es una técnica aplicada en zonas áridas y semiáridas de Argentina para controlar la vegetación leñosa y aumentar el potencial forrajero de los ecosistemas. El objetivo de este trabajo fue determinar si el rolado contribuye al control de las especies leñosas, en especial a la jarilla (*Larrea divaricata*), y cuál fue el efecto que tiene esta práctica sobre la biomasa individual de esta especie, en un sitio ubicado en el extremo austral del bosque chaqueño árido en la provincia de San Luis. Se midió la densidad de todas las especies leñosas en cuatro situaciones del bosque: dos rolados sucesivos en dos años diferentes (2R), un solo rolado (R) y sin rolar (T1 y T2), y se cuantificó la biomasa individual de esta especie. Las mediciones se ejecutaron dos años después del último rolado. Los resultados mostraron que el número total de individuos leñosos por hectárea fue de 6.339 ± 596 para 2R, 6.313 ± 426 para R, 5.275 ± 455 para T1 y 3.251 ± 300 para T2. El análisis de la varianza de la frecuencia absoluta y los índices de Shannon-Wiener y de similitud de Sorensen mostraron que no hay diferencias entre tratamientos si se consideran a todas las especies en conjunto. La jarilla tampoco mostró diferencias significativas en número de individuos de acuerdo con el tratamiento. Seis especies sobre un total de dieciocho mostraron diferencias significativas entre tratamientos. El rolado disminuyó significativamente la biomasa individual de jarilla. Se puede concluir que el rolado total en estas condiciones no contribuyó al control de la vegetación leñosa y que existió una respuesta específica a este disturbio antrópico.

Palabras claves: Manejo; Chaco árido; Disturbio; San Luis.

ABSTRACT

Rolling is a technique used in arid and semiarid areas of Argentina for controlling woody species and enhancing forage potential of the ecosystems. The objective of this work was to determine if rolling contributes to woody species control, mainly of *Larrea divaricata*, and the effects that this practice has on the individual biomass of this species in a site located in the southernmost area of the Dry Chaco in the province of San Luis, Argentina. The density of jarilla and of all other woody species was measured in four forest settings: two successive rolling (2R) in two different years, one rolling (R) and no-rolling (T1 and T2) and the individual biomass of jarilla was quantified. Measures were taken two years after the last rolling was performed. The results showed that the total amount of woody individuals per hectare was as follows: 6.339 ± 596 in 2R, 6.313 ± 426 in R, 5.275 ± 455 in T1 and 3.251 ± 300 in T2. The ANOVA of the absolute frequency and the indexes of Shannon-Wiener and Sorensen did not show significant differences among treatments provided that all the species were considered as a whole. Non-significant differences were recorded among treatments as to the number of individuals of jarilla either. Six out of a total of eighteen species showed significant differences among treatments. Rolling made individual biomass of jarilla decrease significantly. It can be concluded that rolling did not favor woody species control and that there was a specific response to this anthropogenic disturbance.

Key words: Management; Dry Chaco; Disturbance; San Luis.

¹ Departamento de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis, Avenida 25 de Mayo 384, 5730, Villa Mercedes, San Luis, Argentina. E-mail: sbogino@fices.unsl.edu.ar.

1. INTRODUCCIÓN

El Chaco árido leñoso es la formación más seca de la región forestal Parque Chaqueño y ocupa una superficie de nueve millones y medio de hectáreas del Gran Chaco Americano. La heterogeneidad de los bosques actuales de esta área está definida por el grado de disturbio y las condiciones edáficas dominantes (Karlin *et al.*, 2013). Los disturbios son fenómenos que alteran la estructura de los ecosistemas, incluso también a los factores físicos, provocando el cambio de una comunidad serial por otra (White y Pickett, 1985). Los disturbios son procesos tanto naturales como antrópicos, que modifican los ecosistemas forestales y que pueden deberse a diferentes causas: fuego, ataque de insectos, inundaciones, herbívora, aprovechamiento forestal o al cambio en el uso de la tierra para agricultura o ganadería (Kimmins, 2003). Dichos disturbios son considerados como una parte integral de los ecosistemas (Dale *et al.*, 2000) y la magnitud de su impacto está asociado a su tamaño, su temporalidad y su magnitud (Chapin *et al.*, 2002).

El rolado es uno de los disturbios antrópicos más ampliamente difundido en las regiones áridas y semiáridas de Argentina. El mismo consiste en pasar, sobre la vegetación leñosa, un cilindro de acero pesado o rolo con cuchillas que es arrastrado por un tractor o topadora, de manera tal que aplasta y corta todo el estrato arbustivo, dejando en pie sólo árboles, a la vez que se va intersembrando una especie forrajera (Kunst *et al.*, 2003).

El conocimiento de las estrategias adaptativas de un ecosistema frente a un fenómeno de disturbio es uno de los factores fundamentales para saber cómo manejar un sistema antes y después de su ocurrencia. El efecto del rolado como práctica para incrementar la oferta forrajera de especies herbáceas está ampliamente documentado en Argentina. En el Chaco árido se determinó una reducción importante de árboles jóvenes de *Prosopis sp.*, un aumento de la agresividad de las especies leñosas y una mayor aparición de arbustos (Aguilera y Steinaker, 2001). Otro estudio revela la reducción drástica en la cobertura por arbustos, sin verse afectada la diversidad de especies (Blanco *et al.*, 2005). También se estimó el impacto de este disturbio sobre la recuperación de la vegetación leñosa para volver a la condición predisturbio (Kunst *et al.*, 2012b; Blanco *et al.*, 2013) a la productividad de la biomasa de especies forrajeras implantadas (Kunst *et al.*, 2012a) y al uso del rolado como una técnica de manejo de la vegetación con efectos que no implican un aumento en el área basal de los árboles remanentes luego del rolado (Navall, 2012).

En la zona del cardenal-jarillal en la provincia de La Pampa, el rolado como estrategia de control de arbustos favoreció una mayor disponibilidad de agua en el suelo, una mayor producción de materia seca de forrajeras, mayor disponibilidad de residuos en el suelo y mejor eficiencia en el uso del agua (Adema *et al.*, 2004).

El área de la provincia de San Luis donde más ampliamente se está aplicando el rolado es la región fitogeográfica del Bosque de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco* Griseb.) y algarrobo (*Prosopis flexuosa* DC.) que abarca el norte de la provincia de San Luis, con exclusión del área serrana, extendiéndose entre las isohietas de 300 mm y 600 mm anuales. La superficie de esta área es de aproximadamente 1.500.000 ha. Los suelos son predominantemente arenosos y la densidad y cobertura de la vegetación disminuyen de este a oeste en consonancia con la disminución de las precipitaciones. Fisonómicamente, esta unidad es un bosque en general abierto, siendo la especie más característica el quebracho blanco (Anderson *et al.*, 1970). La jarilla forma parte del estrato arbustivo de estos ambientes y es una especie ampliamente distribuida en Argentina ya que ocupa aproximadamente 54 millones de hectáreas (Morello, 1958; Cabrera, 1976; Morello *et al.*, 2012). La abundante presencia de este arbusto en terrenos degradados es el mejor indicador de áreas fuertemente perturbadas (Morello y Saravia, 1959). Por otra parte, parece dominar los ambientes luego del rolado cuando se hacen observaciones a un plazo superior a los cinco años (Sánchez, com. pers.).

En el año 2007 se sanciona la Ley Nacional 26.331, de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos. Para la formulación de los planes de manejo que propone esta ley, se reconoce la escasez de pautas concretas de manejo para los bosques nativos del centro de Argentina y la necesidad de establecerlas, motivo por el que se hace imprescindible la disponibilidad de información sobre herramientas de manejo para los bosques de ambientes áridos y semiáridos del centro de Argentina. Por esta razón, se están probando y ensayando estrategias de manejo sostenible que incluirían al rolado, podas y raleos de las especies leñosas (Amieva García *et al.*, 2013).

Debido a la importancia de los bosques de Chaco Árido, a la necesidad de establecer pautas de manejo sustentables sobre estos sistemas, a que el rolado se aplica en los bosques chaqueños de la provincia de San Luis, y a que existe escasa información acerca del impacto de esta práctica sobre las especies leñosas, los objetivos de este trabajo fueron: a) cuantificar la densidad y las diferencias en biodiversidad y similitudes de las especies leñosas entre las situaciones de rolado y testigo, y b) estimar la biomasa individual de la parte aérea y subterránea de jarilla afectada o no por el rolado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el establecimiento San Bernardo ubicado en el extremo austral del Chaco árido en la provincia de San Luis (Anderson *et al.*, 1970), a los 33° 28' 43,81" de latitud Sur y 66° 26' 16,63" de longitud Oeste (Figura 1a,b). Los suelos son arídicos de acuerdo con el régimen de humedad y por su fisiografía pertenecen a una planicie pedemontana árida. Los suelos están incluidos en el orden de los entisoles áridos, con limitaciones por aridez, poco provistos de materia orgánica y susceptibles a la erosión eólica e hídrica (Peña Zubiarte *et al.*, 1998). El sitio está entre las isohietas de los 400 mm y 500 mm; las precipitaciones se caracterizan por una gran variabilidad estacional, anual y plurianual (Karlin *et al.*, 2013). La temperatura media anual es de 17,8 °C y la temperatura media de los meses más cálido (enero) y más frío (julio) son de 25 °C y 9 °C, respectivamente. La altitud varía entre 450 msnm y 500 msnm.

Tratamientos

Dos años después de la ejecución del rolado (verano 2010-2011), se estudiaron cuatro situaciones del bosque de quebracho blanco y algarrobo negro, a saber: dos rolados realizados en los años 2005 y 2008, respectivamente (2R) (Figura 1f), un solo rolado realizado en el año 2005 (R) (Figura 1e), y dos testigos sin rolar (T1 y T2). Los dos sitios testigo se seleccionaron por estar uno de ellos adyacente y por pertenecer a la misma condición del bosque original que los sitios rolados (T1). Los sitios rolados y esta situación testigo tuvieron un fuego de gran magnitud en el año 2003 (Figura 1c). El otro sitio testigo (T2) perteneció a un campo aledaño sin perturbaciones antrópicas en los últimos 40 años y no fue alcanzado por el fuego de 2003. El rolado fue total; se realizó con un tractor oruga con una tracción de 400 HP y con un cilindro de hierro de 10 t relleno con agua (Figura 1d).

En cada una de las situaciones de rolado se establecieron tres parcelas rectangulares de 10 m x 50 m y dos parcelas en cada una de las situaciones testigo, para medir la densidad de todas las especies leñosas. Los individuos con varios rebrotes basales se contabilizaron como uno solo independientemente del número de rebrotes. La ubicación de las parcelas se estableció al azar luego de haberse estratificado el área de estudio en gabinete. En cada parcela se identificaron y se contaron todos los individuos. Las mediciones se realizaron en el verano 2010-2011, dos y tres años después del último rolado.

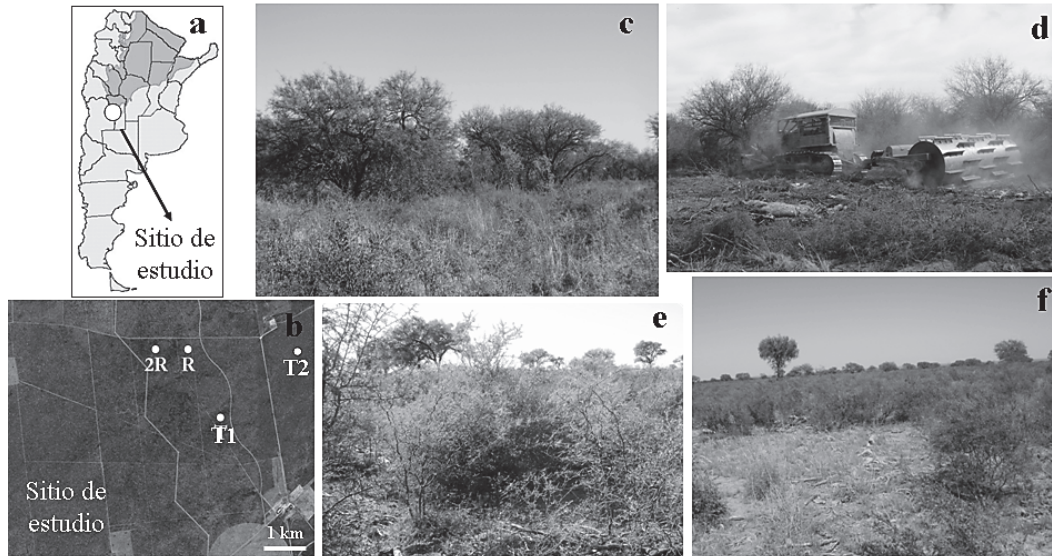


Figura 1. (a) Áreas de muestreo en el establecimiento San Bernardo, región del Chaco (sombreado gris oscuro) y ubicación del sitio de estudio; (b) Detalle de los lugares de muestreo (2R, R, T1 y T2); (c) Área testigo 1; (d) Ejecución del rolado; (e) Rolado del año 2008; (f) Rolado sucesivo en los años 2005 y 2008. Las fotos e y f se tomaron en noviembre de 2010, dos años después del último rolado.

La densidad de las especies leñosas identificadas se sometió a un análisis de varianza (ANVA) y al test de medias de Fisher, con el objeto de determinar diferencias significativas entre las situaciones de rolado y sin rolar. Este análisis se realizó para cada especie de forma individual y para la suma de todas las especies leñosas.

Los cambios florísticos debido al rolado se estimaron con el índice de Shannon-Wiener (H') el cual describe la diversidad de un determinado lugar tomando en cuenta tanto el número de especies como el número de individuos por especie. El índice toma valores entre 0 y $\log S$, siendo S el total de especies. En este trabajo se aplicó el logaritmo natural de 18 que fue el número de especies identificadas (Matteucci y Colman, 1982).

Además se realizó un análisis de similitud entre los diferentes tratamientos a través del índice de Sorensen (IS), que es un índice estadístico que mide la similitud o disimilitud entre dos estaciones de muestreo; varía entre 0 para los sitios más diferentes y 1 para los más similares (Matteucci y Colman, 1982).

Estimación de la biomasa de jarilla

En cada tratamiento (R2, R y T1) se procedió a la extracción de diez ejemplares de jarilla representativos de la media de la especie, para la cuantificación de la biomasa individual. Cada individuo se seccionó en raíz, tallo y hojas. El material se colocó en bolsas de papel, se secó en estufa a 60 °C hasta peso constante y se pesó. Posteriormente, se realizaron un ANVA y el test de medias de Fisher para determinar diferencias significativas en el peso de las distintas secciones de los individuos de jarilla (raíz, tallo y hojas) entre los tratamientos. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico IBM SSPS[®] Statistics versión 19.

3. RESULTADOS

Densidad de jarilla y de otras especies leñosas

Se identificaron 18 especies leñosas entre las cuatro situaciones de uso, a saber: palo amarillo (*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook. ex Hook.) Tronc. var. *gratissima*) (AG); quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco* Schltld.) (AQB); monte negro (*Bougainvillea spinosa* (Cav.) Heimerl) (BS); retamo (*Bulnesia retama* (Gillies ex Hook. & Arn.) Griseb.) (BR); atamisqui (*Capparis atamisquea* Kuntze) (CA); *Celtis ehrenbergiana* (CE); *Cercidium praecox* (CP); *Condalia microphylla* (CM); chañar (*Geoffroea decorticans* (Gillies ex Hook. & Arn.) Burkart) (GD); peje (*Jodina rhombifolia* (Hook. & Arn.) Reissek) (JR); *Larrea divaricata* (LD); *Lycium chilense* var. *Filifolium* (LC); abriboca (*Moya spinosa* Griseb.) (MS); *Prosopis flexuosa* (PF); moradillo (*Schinus fasciculatus* (Griseb.) I.M. Johnst. var. *arenicola* (Hauman) F.A. Barkley) (SF); pichanilla (*Senna aphylla* (Cav.) H. S. Irwin & Barneby) (SA); usillo (*Trichomania usillo* Hook. & Arn.) (TU); albaricoque (*Ximenia americana* L. var. *americana*) (XA).

La densidad absoluta fue de 6.339 ± 596 individuos ha^{-1} para 2R, 6.313 ± 426 para R, 5.275 ± 455 para T1 y 3.251 ± 300 individuos ha^{-1} para T2. La densidad por hectárea total y de cada una de las especies se muestra en la Tabla 1.

Según la Tabla 1, los resultados del ANVA del total de individuos por hectárea no mostraron diferencias significativas. El análisis de la varianza del número de individuos por especie leñosa identificada determinó que seis de ellas tienen diferencias significativas, a saber: *B. retama*; *C. ehrenbergiana*; *C. microphylla*; *S. fasciculatus* var. *arenicola*; *S. aphylla* y *X. americana* var. *americana*. Respecto del número de individuos de *L. divaricata*, en todas las situaciones fue superior a los 1.500 ind ha^{-1} siendo ésta la especie con la mayor densidad absoluta sobre el total de especies analizadas. El ANVA mostró que no existen diferencias significativas en la media del número de individuos para esta especie (Tabla 1).

Tabla 1. Respuesta de la densidad total e individual de las especies leñosas a los distintos tratamientos (2R, R, T1 y T2) en el área de bosque de quebracho blanco y algarrobo negro en la provincia de San Luis

	Doble rolado	Rolado	Testigo 1	Testigo 2
AG	0	66±10	0	0
AQB	20±34	13±11	16±22	64±0
BS	120±207	127±219	0	0
BR	120±157a	87±133a	414±135b	0a
CA	126±167	133±75	96±135	143±22
CE	200±72a	1087±704b	32±45a	64±89a
CP	487±390	613±102	255±180	112±67
CM	1013±23b	720±610ab	542±135ab	191±179a
GD	187±122	107±117	112±157	112±99
JR	13±23	0	16±22	64±89
LD	2460±970	1560±851	1911±630	1242±45
LC	820±1032	553±533	542±765	160±135
MS	107±92	147±150	207±156	48±22
PF	87±30	100±87	128±180	222±314
SF	373±122b	147±90a	207±127ab	0a
SA	73±64a	213±201ab	0a	590±429b
TU	120±158	580±853	669±946	0
XA	13±23a	60±0a	128±44b	239±22c
Total	6339±596	6313±426	5275±455	3251±300

Letras diferentes significan diferencias significativas para $p < 0,05$

El índice de Shannon-Wiener (H') no mostró diferencias significativas en la diversidad de especies entre los tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Valores del índice de Shannon-Wiener (H') para cada tratamiento (2R, R, T1 y T2) en el establecimiento San Bernardo en el extremo sur de la región del Chaco

	Doble Rolado	Rolado	Testigo1	Testigo2
índice H'	1,8	2,09	1,86	1,84

Los valores del índice de similitud de Sorensen mostraron que los tratamientos poseen una diversidad específica muy similar, resultando ésta superior a 0,8 y que no fue estadísticamente diferente entre tratamientos. El tratamiento T2 mostró la menor similitud con respecto al resto de los tratamientos (Tabla 3).

Tabla 3. Valores del índice de similitud de Sorensen para cada tratamiento (2R, R, T1 y T2) en el establecimiento San Bernardo en el extremo sur de la región del Chaco

	2R	R	T1
2R	1		
R	0,94	1	
T1	0,94	0,88	1
T2	0,87	0,80	0,86

2R: doble rolado, R: rolado, T1: testigo 1, T2: testigo 2

Si bien no se propuso evaluar, se observó que luego del paso del rolo, la jarilla rebrotó prolíficamente (Figura 2a, b, c). Los cortes transversales de estos tallos permitieron observar la reacción de esta especie a este factor de disturbio.

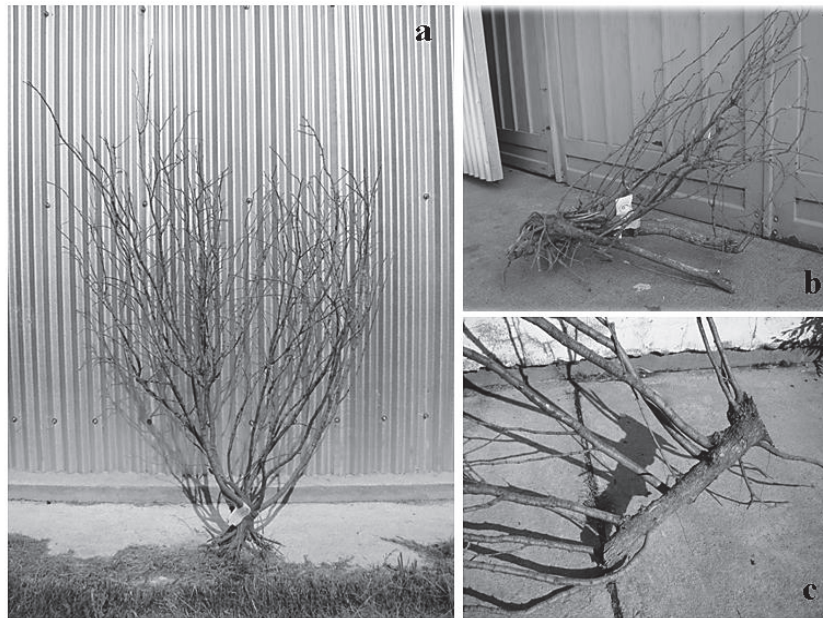


Figura 2. (a) Ejemplar de jarilla del lote testigo T1; (b) y (c) Muestras de los tratamientos rolados. Nótese el corte de los tallos principales y el prolífico rebrote a partir de ese disturbio

Biomasa de jarilla y efecto del rolado

El ANVA demostró que hay diferencias significativas entre la biomasa individual de jarilla total, de raíces y tallos entre T1 y los dos tratamientos de rolados, pero no hay diferencias significativas en la biomasa individual de las hojas entre 2R, R y T1 (Tabla 4).

Tabla 4. Valores de biomasa de hojas, tallos, raíces y total por individuo de *Larrea divaricata*. ANVA y prueba de medias de Fisher entre 2R, R y T1

Tratamiento	Hoja (g)	Raíz (g)	Tallo (g)	Total (g)
2R	189,9±173,1a	248,7±147,5a	422,6±501,1a	861,3±610,3a
R	286,7±389,3a	383,9±355,4a	1117,4±1171,8a	1787,9±1679,4a
T1	484,4±174,8a	746,4±460,5b	5140±5898,5b	6370,8±6414,5b

Letras diferentes en las columnas significan diferencias significativas para $p < 0,05$

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este estudio aporta nuevos conocimientos del impacto del rolado sobre la diversidad de las especies leñosas presente en el área de estudio y los cambios en la biomasa individual de la jarilla, a excepción de la biomasa de las hojas, en el área más austral del Chaco árido de Argentina. En primer lugar, se puede establecer que no existe un aumento estadísticamente significativo en el número de individuos por unidad de superficie entre los tratamientos.

Bulnesia retama es la única especie leñosa arbórea que tiene una reducción en el número de individuos después del rolado en el área de estudio. *Aspidosperma quebracho-blanco* no muestra diferencias significativas en la densidad de individuos con los tratamientos, resultados éstos que son similares a los estimados en el Chaco Santiagueño en sitios afectados por disturbios como la tala o el fuego (Tálaro y Caziani, 2003). En este estudio no fue posible comparar variables dasométricas que permitan caracterizar el estrato leñoso como el área basal (Navall, 2012) debido a la condición de las áreas roladas después del tratamiento.

El uso del rolado para el control de la vegetación leñosa se aplicaría para *Ximenia americana* que tuvo una reducción significativa de individuos después de aplicarse una doble pasada del rolo (2R). *Condalia microphylla* y *Schinus fasciculatus* tuvieron un incremento del número de individuos después de 2R, que fue significativo si se compara con el T2. Un solo rolado favoreció significativamente el incremento de la densidad de *Celtis ehrenbergiana*, pero un segundo rolado lo volvió a la situación inicial (T1 y T2).

Las diferencias significativas en la densidad entre tratamientos de algunas leñosas no fueron análogas debido a que hay especies que incrementaron el número de individuos después de los tratamientos de rolado y otras que tuvieron una respuesta opuesta. Estos resultados sugieren que hubo una respuesta específica a este disturbio y que, por lo tanto, no es acertado decir que es una técnica para el control de los arbustos (Adema *et al.*, 2004).

El análisis de la biodiversidad de especies a través del índice de Shannon-Wiener y de similitud de Sorensen demuestran que no hubieron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que sugiere que este disturbio no implica la reducción de la diversidad de las especies climácicas y la sustitución del bosque por comunidades vegetales no climácicas (Kimmings, 2003; Karlin *et al.*, 2013). La resiliencia de las especies que viven en los ambientes áridos (Kimmings, 2003) les permite adaptarse a periódicos eventos de disturbios, fundamentalmente el fuego, regenerando por vía asexual a través de rebrotes basales o a través de una notable proliferación de semillas como es el caso de la brea (Morello *et al.*, 2012). En

este estudio, los dos tratamientos de rolado no controlaron la vegetación leñosa lo cual tiene un efecto antagónico con la disponibilidad de forrajeras herbáceas (Passera *et al.*, 1992).

La mención especial de la jarilla que es considerada como muy abundante después del rolado (Sanchez, com. pers.), está relacionada con la proliferación de nuevos rebrotes que pertenecen al mismo individuo que fue cortado y volcado por el rolo y por la falta del estrato superior del bosque, pero estos resultados muestran que no existe un incremento estadísticamente significativo en el número de individuos. La degradación del bosque chaqueño árido está asociada a la proliferación de esta especie que disminuye el potencial forrajero de los ecosistemas por las restricciones a la entrada de luz (Karlin *et al.*, 2013). La sustitución del bosque de quebracho por estos faginales producto del rolado total y muy intensivo son sistemas poco productivos de difícil, lenta y costosa recuperación (Morello y Saravia Toledo, 1959).

La biomasa individual de raíz, tallo y total de la jarilla no muestra diferencias significativas entre las áreas roladas, aunque sí se presentan diferencias significativas con la situación T1. Los valores medios de estas variables indican que hay una reducción clara en la cantidad de biomasa en los ejemplares afectados por el rolado, confirmando que este fenómeno de disturbio, como cualquier otro, contribuye a una reducción en la biomasa acumulada en un ecosistema (Kimmins, 2003).

Se puede concluir que el rolado en esta área del extremo austral del Chaco árido Argentino no contribuye a la reducción de la población leñosa y reduce de manera significativa la biomasa individual de la especie dominante, *Larrea divaricata*. Por otra parte, es posible mencionar una respuesta específica a esta práctica en cuanto a la densidad de individuos, que muestra, para algunas especies, diferencias significativas sin seguir un patrón común de respuesta, lo que determina la necesidad de plantear pautas de manejo específicas y no totales como sugiere el uso del rolado total.

AGRADECIMIENTOS

A los propietarios del establecimiento San Bernardo por permitir la realización del muestreo. A Juan Pablo Martini por su ayuda en el muestreo de campo; a María de los Ángeles Bianchi por las correcciones del castellano, y a los dos revisores por mejorar significativamente la calidad de este manuscrito. Este estudio se financió con los proyectos PICT2011-0745 y PROICO 50707.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adema, E.; D. Buschiazzo; F. Babinec; T. Rucci and V. Gomez Hermida. 2004. "Mechanical control of shrubs in a semiarid region of Argentina and its effect on soil water content and grassland productivity". *Agricultural Water Management* 68:185-194.
- Aguilera, M. O. y D. F. Steinaker. 2001. "Rolado y siembra en arbustales semiáridos de San Luis". *In: J. Panigatti, D. Buschiazzo, and H. Marelli [eds.]. Siembra directa II*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones INTA. p 289-302.
- Amieva García, R.; E. Dussart; S. Bogino y J. Leporati. 2013. "Respuesta temprana del crecimiento de *Prosopis caldenia* y *Prosopis flexuosa* sometidos a raleos y podas en la provincia de La Pampa". *Cuarto Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano*.
- Anderson, D. L.; J. A. Del Aguila y A. E. Bernardón. 1970. "Las formaciones vegetales en la provincia de San Luis". *Revista de Investigaciones Agropecuarias, INTA, Buenos Aires. Serie 2, Biología y Producción Vegetal, Vol. VII, N°3, p 158-159*.
- Blanco, L.; P. R. Namur; C. Ferrando; A. Rettore; P. Namur; R. Ávila; J. Molina y E. Oriente. 2013. "Evolución de la vegetación después del rolado y siembra de pastos nativos en La Rioja". *Revista de la Facultad de Agronomía, UNLPam 22, serie 2. Congreso Nacional de Pastizales*.

- Blanco, L.; C. Ferrando; F. Biurrun; L. Oriente; P. Namur; D. Recalde y G. Berone. 2005. "Vegetation Responses to Roller Chopping and Buffelgrass Seeding in Argentina". *Rangeland Ecology and Management* 58(3):219-224.
- Cabrera, A. L. 1976. "Regiones fitogeográficas argentinas". *In*: Fascículo, I. (Ed.), *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, p 18-42. ACME Buenos Aires.
- Chapin, F. S.; P. A. Matson and H. A. Mooney. 2002. "Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology". Springer. Nueva York, EUA.
- Dale, V. H.; S. Brown; R. A. Haeuber; N. T. Hobbs; N. Huntly; R. J. Naiman; W. E. Riebsame; M. G. Turner and T. J. Valone. 2000. "Ecological principles and guidelines for managing the use of land: a report from the Ecological Society of America". *Ecological Applications* 10:639-670.
- Karlin, M. S.; U. Karlin; R. Coirini; G. Reati y R. Zapata. 2013. "El Chaco Árido". Encuentro grupo editor. Córdoba.
- Kimmins, J. P. 2003. "Forest Ecology: A foundation for sustainable management". Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- Kunst, C.; R. Ledesma; M. Basan Nickish; G. Angella; D. Prieto y J. Godoy. 2003. "Rolado de fachinales e infiltración de agua en suelo en el chaco occidental (Argentina)". *RIA*, 32 (3): 105-126.
- Kunst, C.; R. Ledesma y J. Godoy. 2012a."Acumulación de biomasa aérea de *Panicum maximum* cv. *Gatton panic* en rolados". *Actas 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*. p.61-65.
- Kunst, C.; R. Ledesma; J. Godoy y V. Navarreta. 2012b."Dinámica del volumen de arbustivas en rolados de distinta intensidad". *Actas 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*. p.76-80.
- Matteucci, S. y A. Colman. 1982. "Metodología para el estudio de la vegetación". OEA. Secretaría General.
- Morello, J. 1958. "La Provincia Fitogeográfica del Monte". *Opera Lilloana (Argentina)*, 2:1-155.
- Morello, J. y C. Saravia Toledo. 1959. "El bosque chaqueño: II. La ganadería y el bosque en el oriente de Salta". *Rev. Agronómica del Noroeste Argentino* 3(1-2):209-258.
- Morello, J.; S. D. Matteucci; A. F. Rodríguez y M. E. Silva. 2012. "Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos". Editorial Orientación Gráfica Argentina.
- Navall, M. 2012. "Efectos del rolado y la corta sobre el crecimiento de un quebrachal semiárido santiagueño". *Actas 2º Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles*. p. 34-39.
- Passera, C. D.; E. Borsetto; R. J. Candia and C.R. Stasi. 1992. "Shrub control and seeding influences on grazing capacity in Argentina". *Journal of Range Management* 45:480-482.
- Peña Zubiarte, C. A.; D. L. Anderson; M. A. Demmi; J. L. Saenz y A. D'Hiriart. 1998. "Carta de Suelos y Vegetación de la Provincia de San Luis". Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación; INTA y Gobierno de la Prov. de San Luis.
- Tálamo, A. and S. M. Caziani. 2003. "Variation in woody vegetation among sites with different disturbance histories in the Argentine Chaco". *Forest Ecology and Management* 184: 79-92.
- White, P. S. y S. T. A. Pickett. 1985. "Natural disturbance and patch dynamics: an introduction". *In*: *The ecology of natural disturbance and patch dynamics*. New York: Academic. p 3-13.

