Respuesta de la vegetación a un rolado en la Provincia Fitogeográfica del Monte, Buenos Aires, Argentina

Recibido 07 de junio de 2019 // Aceptado 03 de agosto de 2020 // Publicado online 15 de septiembre de 2021

Peláez, D.V.[1]; Blazquez, F.R.[2]; Giorgetti, H.D.[3]; Rodríguez, G.D.[3]

RESUMEN

Aunque el rolado ha sido usado satisfactoriamente en distintas regiones de Argentina, su impacto sobre la vegetación de los pastizales naturales del sur de la Provincia Fitogeográfica del Monte ha sido poco estudiado. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del rolado sobre la cobertura y densidad de las especies leñosas y gramíneas perennes deseables dominantes en el sur de la Provincia Fitogeográfica del Monte, Argentina. El rolado redujo el porcentaje de cobertura inicial de *Condalia microphylla, Prosopis* spp. y *Prosopidastrum angusticarpum* por 1 o 2 años. Sin embargo, el rolado solo redujo la densidad inicial de *Prosopis* spp. *Piptochaetium napostaense* fue la gramínea perenne deseable más afectada en los primeros 3 años postratamiento. Contrariamente, *Poa ligularis*, *Nassella tenuis y Nassella longiglumis* fueron las gramíneas perennes deseables más favorecidas por el rolado. En general, nuestros resultados muestran que el rolado reduce la cobertura de las especies leñosas por al menos 3-5 años. Asimismo, sugieren que la reducción de la cobertura de las especies leñosas podría favorecer en el mediano o largo plazo (≥ 3 años) el incremento de la cobertura foliar y densidad de *P. ligularis* y *N. tenuis*. Un período de al menos un año sin pastoreo o con un pastoreo liviano después del rolado sería necesario para permitir la recuperación, principalmente de *P. napostaense*, de las gramíneas perennes deseables.

Palabras clave: control de leñosas, gramíneas forrajeras perennes, densidad, cobertura.

ABSTRACT

Although the rolling chopping has been successfully used in different regions of Argentina, its impact on the rangelands vegetation of the southern Phytogeographical Province of the Monte has been little studied. The objective of this work was to evaluate the effect of roller chopping on cover and density of the most conspicuous woody and desirable perennial grasses in the south of the Phytogeographical Province of the Monte, Argentina. Roller chopping reduced initial percentage cover of Condalia microphylla, Prosopis spp. and Prosopidastrum angusticarpum by 1 or 2 years. However, roller chopping only significantly reduced the initial Prosopis spp. density. Piptochaetium napostaense was the desirable perennial grass most affected in the first 3 years post-treatment. Contrarily, Poa ligularis, Nassella tenuis and Nassella longiglumis were the most favored desirable perennial grasses by the roller chopping. In general, our results show that roller chopping reduces woody species cover markedly for at least 3-5 years. The results of the present study also suggest that the reduction of the woody species cover might encourage increased in the long time (> 3 years) the foliar cover and density of P. ligularis and N. tenuis. A period of a least one year after roller chopping without grazing or with light grazing would be necessary to permit recovery, mainly of P. napostaense, of desirable perennial grasses.

Keywords: *woody control, desirable perennial grasses, density, cover.*

[1]Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Agronomía, CIC, CERZOS, San Andrés 800, (8000), Bahía Blanca, Argentina. Correo electrónico: dpelaez@criba.edu.ar
[2]Universidad Nacional del Sur (UNS), Departamento de Agronomía, San Andrés 800, (8000), Bahía Blanca, Argentina.
[3]Ministerio de Desarrollo Agrario de la Provincia de Buenos Aires, Chacra Experimental de Patagones, C.C. 118, (8504), Carmen de Patagones, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La Provincia Fitogeográfica del Monte (Cabrera, 1976), conocida localmente como "el monte", se extiende desde el norte al sur en el centro y oeste de la Argentina. Es un área extensa, casi continua y uniforme de arbustales que abarca casi 50 millones de hectáreas (Fernández y Busso, 1999). En su extremo sur, que incluye el sudoeste de la provincia de Buenos Aires, la cría de ganado vacuno basada en la utilización de pastizales naturales es una de sus principales actividades económicas. Desde la introducción del ganado doméstico, ocurrida a principios del siglo XX, el pastoreo continuo con altas cargas ha sido una constante en la región. El sobrepastoreo crónico redujo la capacidad competitiva de las gramíneas perennes forrajeras deseables lo cual favoreció el aumento de la abundancia de especies leñosas indeseables. Esto provocó la disminución drástica de la producción forrajera y del acceso del ganado a los sitios de pastoreo (Peláez *et al.*, 2010). La complejidad del control de especies leñosas, especialmente cuando se trata de una combinación de varias especies en lugar de una o dos, radica en la susceptibilidad diferencial que presentan estas a los tratamientos de control. El control implica mantener la cobertura y densidad de las especies leñosas en un nivel que minimicen su interferencia con la producción y utilización de las gramíneas forrajeras perennes. El control de las especies indeseables es efectivo solo cuando las especies deseables responden en forma positiva a los tratamientos de control realizados (Vallentine, 1989).

Existe una gran variedad de controles mecánicos para reducir la cobertura y densidad de especies leñosas. Dentro de ellos, el uso de rolos puede ser una alternativa relativamente económica y eficiente para disminuir la incidencia de las especies leñosas en la producción forrajera de los pastizales naturales. El rolo es un tambor de metal pesado con cuchillas montadas en su superficie perpendicularmente a su dirección de tracción. Se puede llenar con agua o aceite para aumentar su peso. El peso del tambor aplasta el material vegetal y las cuchillas lo cortan al tiempo que escarifican la superficie del suelo (Hamilton y Hanselka, 2004).

El rolado, solo o combinado con otras prácticas de mejoramiento, se aplicó con resultados satisfactorios en diferentes regiones de Argentina. El rolado en un pastizal natural semiárido, ubicado en el oeste de La Pampa (ecotono Caldenal-Monte Occidental), redujo la competencia de las especies leñosas favoreciendo el aumento del contenido de agua en el suelo, de la cantidad de broza y de la producción de materia seca de las gramíneas forrajeras nativas (Adema *et al.*, 2004). Kunst *et al*. (2008, 2012, 2016), en la región del Chaco en Santiago del Estero, encontraron que las gramíneas nativas de los géneros *Setaria*, *Trichloris y Pappophorum* presentaron un promedio de germinación significativamente más alto en las parcelas roladas que en las parcelas sin rolar. En arbustales degradados del Árido Chaqueño (La Rioja) el rolado y siembra simultánea de *Cenchrus ciliaris* ("buffel grass") produjo un rápido incremento en la cobertura y en la producción de gramíneas y una drástica reducción en la cobertura de arbustos (Blanco *et al*., 2005). Sin embargo, la información disponible acerca del efecto del rolado sobre la vegetación de los pastizales naturales del sur de la Provincia Fitogeográfica del Monte (SO de Buenos Aires) es escasa (Peláez *et al.*, 2017). Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue comparar la cobertura y densidad de las especies leñosas y gramíneas perennes forrajeras deseables dominantes en un pastizal natural de la región del monte previo a un rolado vs. las cinco estaciones de crecimiento posteriores.

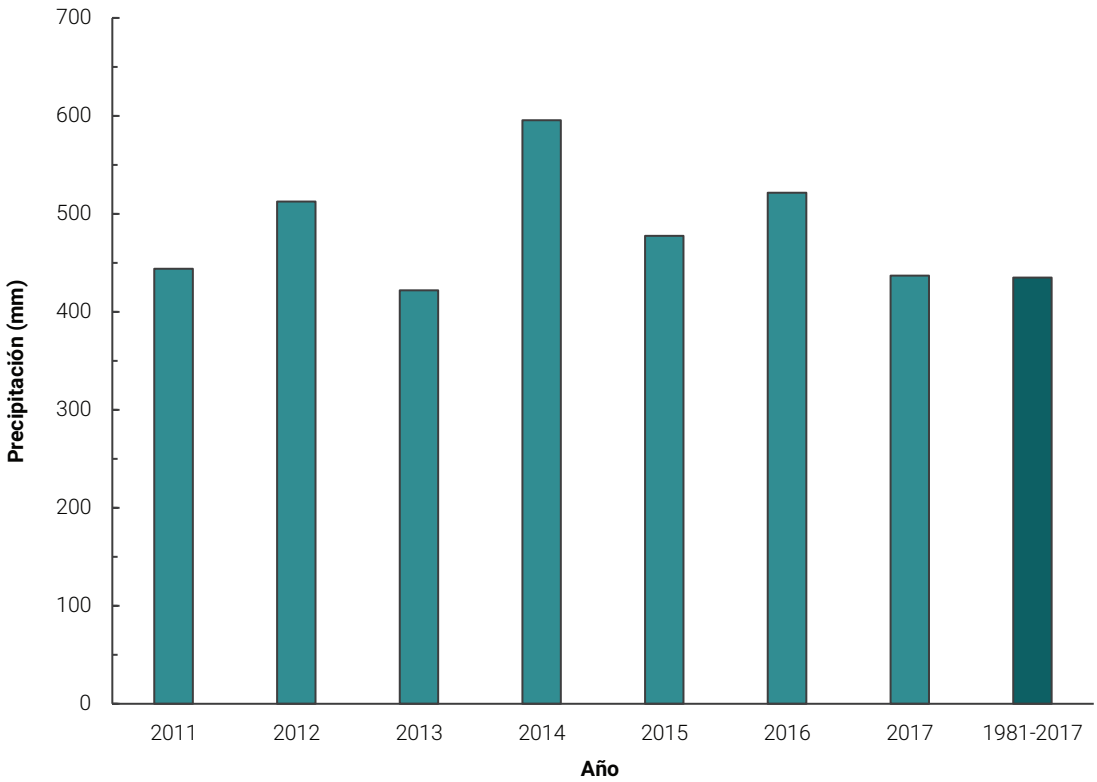

Figura 1. Precipitación anual registrada en el período de estudio y precipitación anual promedio registrada entre 1981-2017 en el sitio de estudio.

Sitio de estudio

El trabajo se realizó en un sitio representativo del sur de la Provincia Fitogeográfica del Monte (Cabrera, 1976) dentro de la Chacra Experimental Patagones (49º 39´ S, 62º 54´ O; 40 m s. n. m.) situada en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires. El clima, el suelo y la vegetación de esta región templada semiárida han sido descriptos por Giorgetti *et al*. (2000). La precipitación se concentra principalmente en otoño y primavera, y el promedio anual es 430 mm (período 1981-2017). El déficit hídrico anual oscila entre 400 y 800 mm. La precipitación anual ocurrida durante el período de estudio se muestra en la figura 1. La temperatura promedio anual es 14,6 ºC; julio es el mes más frío (6,2 ºC) y enero (21,9 ºC), el más cálido. La región es una planicie típica con suelos que varían de francos y franco-arenosos a franco-arcillo-arenosos. La comunidad vegetal está caracterizada por un estrato arbustivo que incluye especies herbáceas de diferente valor forrajero (Giorgetti *et al*., 1997). Las especies leñosas dominantes son *Condalia microphylla*, *Chuquiraga erinacea*, *Larrea divaricata*, *Schinus fasciculatus*, *Geoffroea decorticans*, *Brachyclados lycioides*, *Prosopis alpataco, Prosopis flexuosa* y *Prosopidastrum angusticarpum*. El estrato herbáceo está dominado por gramíneas perennes forrajeras preferidas por el ganado vacuno como *Nassella tenuis*, *Piptochaetium napostaense*, *Poa ligularis, Nassella longiglumis* de ciclo OIP, y en menor proporción *Pappophorum subbulbosum* de ciclo PE. Otras gramíneas perennes comunes de menor preferencia son *Sporobolus cryptandrus*, *Jarava ichu*, *Jarava plumosa* y *Aristida pallens*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se rolaron ocho unidades experimentales (UE) de 13 ha de superficie cada una. Las UE estuvieron separadas entre sí por "picadas" de 20 m cada una. El rolado se realizó en noviembre de 2012 con un rolo-cortador de 7000 kg aproximadamente, tirado con un tractor (180 HP) equipado con una hoja de empuje recta. Durante el período de estudio, las UE fueron pastoreadas empleando un sistema de pastoreo rotativo-diferido con una carga animal de 7,8 ha/unidad animal (vaca). El tiempo de pastoreo de cada unidad era establecido a partir de cortes de parcelas de 0,5x2 m para determinar la disponibilidad de las especies forrajeras y asignando un factor de uso apropiado del 50% y una estimación del consumo de los animales.

En cada UE se establecieron al azar tres transectas permanentes de 20 m de longitud cada una. La cobertura basal y la densidad de las gramíneas perennes deseables, las cuales se clasificaron según el grado de preferencia del ganado vacuno (Cano, 1988; Peláez *et al*., 2010), se evaluaron al final de su ciclo anual de crecimiento (diciembre) desde 2011 (prerrolado) hasta 2017. La cobertura basal se estimó con el método de Daubenmire (1959) colocando a lo largo de cada transecta a intervalos de 1 m un rectángulo de 20x50 cm (0,10 m^2). La densidad se determinó contando el número de individuos que tuvieron el 50% o más de su corona dentro de cada rectángulo evaluado. También se hizo una estimación del porcentaje de suelo desnudo. La cobertura aérea y la densidad de las especies leñosas se evaluaron al final de su ciclo anual de crecimiento (marzo) desde 2012 (prerrolado) hasta 2018 usando

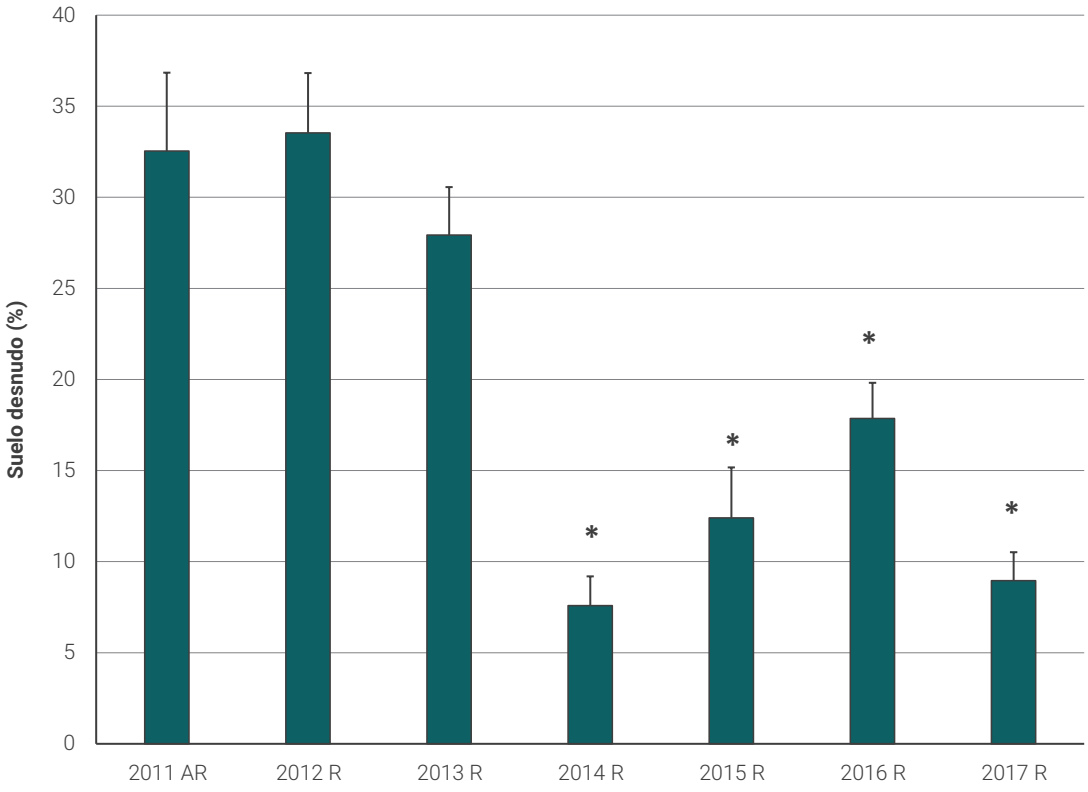

Figura 2. Porcentaje de suelo desnudo antes del rolado (2011-AR) y en cada fecha de muestreo posrrolado. En cada fecha de muestreo, columnas con la misma letra no son significativamente diferentes (p>0,05). Cada columna es la media de n=8 y las barras verticales representan el E.E.

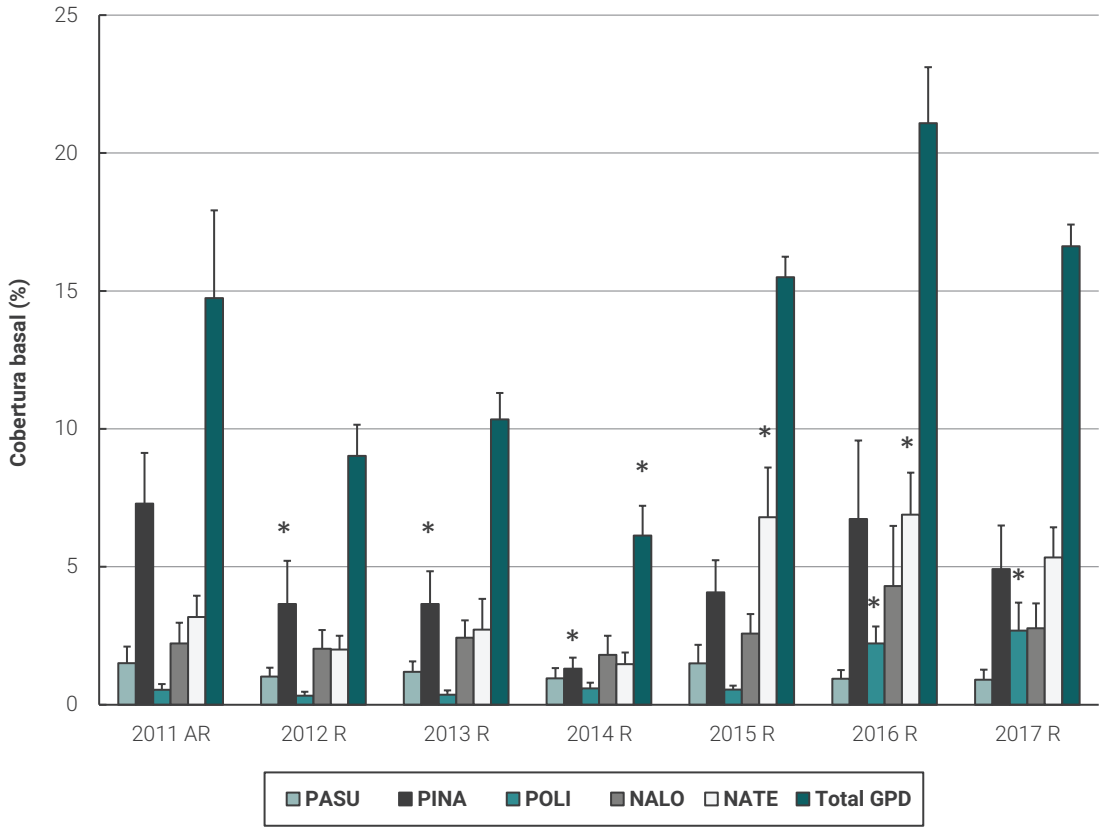

Figura 3. Cobertura basal total de las gramíneas perennes deseables (Total GPD) y cobertura basal de *P. subbulbosum* (PASU), *P. napostaense* (PINA), *P. ligularis* (POLI), *N. longiglumis* (NALO) y *N. tenuis* (NATE) antes del rolado (2011AR) y en cada fecha de muestreo posrrolado. En cada fecha de muestreo, columnas con asterisco son significativamente diferentes (p<0,05) con respecto a 2011 AR. Cada columna es la media de n=8 y las barras verticales representan el E.E.

las mismas transectas permanentes. La cobertura aérea se estimó mediante el método de Canfield (1941); mientras que, la densidad se determinó contando el número de individuos que tuvieron al menos el 50% de su canopia dentro de un rectángulo de 2x20 m (40m^2) centrado a lo largo de cada transecta permanente.

Las coberturas y densidades total y por especie registradas cada año después del rolado se compararon con su estado inicial prerrolado. Los datos obtenidos se analizaron con un ANOVA siguiendo un diseño de parcelas divididas en el tiempo donde cada UE constituyó una parcela. Previamente, para cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza los datos de cobertura y densidad fueron transformados usando arcoseno y raíz cuadrada, respectivamente (Snedecor y Cochran, 1980). Las medias fueron comparadas con la prueba LSD de Fisher cuando se encontraron diferencias significativas. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa InfoStat versión 2015 (Di Rienzo *et al*., 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de suelo desnudo no varió (p>0,05) en los primeros dos años después del rolado. Sin embargo, a partir de 2014 los porcentajes de suelo desnudo disminuyeron (p<0,05) con relación al porcentaje de suelo desnudo existente antes del rolado (figura 2). Luego del rolado los residuos vegetales, en especial los provenientes de las especies leñosas, suelen ser excesivos y degradarse lentamente (Vallentine, 1989). La lenta descomposición e incorporación del material leñoso rolado al mantillo, junto con años de precipitaciones por encima o similares al promedio anual (figura 1), explicaría los resultados obtenidos a partir de 2014. Según Aguilera *et al*. (2003), el rolado redujo la proporción de micrositios expuestos a la erosión tales como suelo desnudo y con cobertura de gramíneas de porte bajo. Steinaker*et al*. (2016) reportó que el rolado redujo el porcentaje de suelo desnudo de 34 a 16% e incrementó el porcentaje de residuos vegetales de 60 a 75%.

Por un lado, el rolado no afectó el porcentaje de cobertura basal total de las gramíneas perennes deseables, solo se detectó un valor menor (p<0,05) en el muestreo de 2014 (figura 3). La cobertura basal de *P. subbulbosum* y *N. longiglumis* no fue afectada (p>0,05) por el rolado (figura 3). Al final del período de estudio (2016) se registró un incremento (p<0,05) de la cobertura basal de *P. ligularis* y *N. tenuis* (figura 3). La cobertura basal de *P. napostaense* disminuyó (p<0,05) en los primeros 3 años posrrolado para luego recuperar su valor inicial (figura 3). La respuesta de esta especie, una de las gramíneas más abundante en el sitio de estudio, explicaría al menos en parte la disminución de la cobertura basal total de las gramíneas perennes deseables registrada en 2014 (figura 3). Por otro lado, la recuperación posterior de la cobertura basal total de

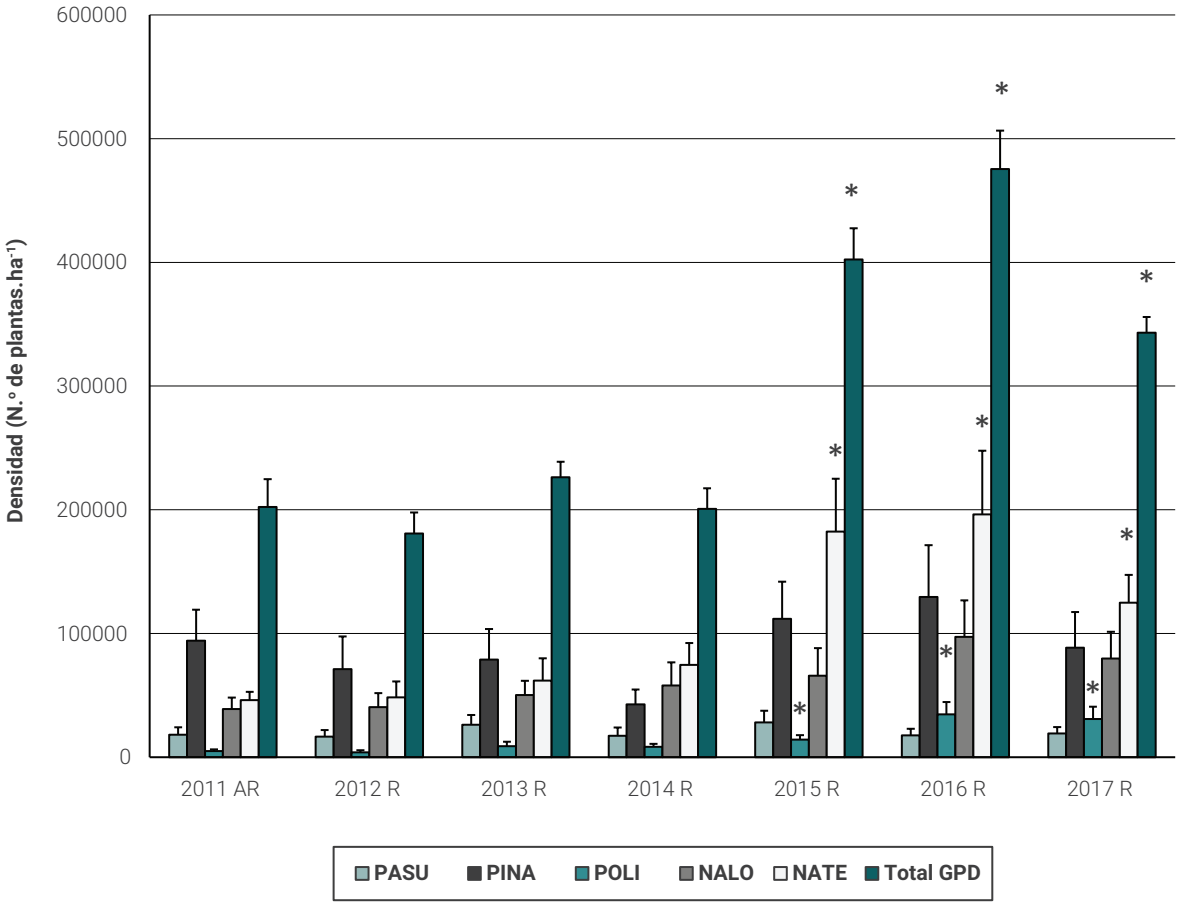

Figura 4. Densidad total de las gramíneas perennes deseables (Total GPD) y de *P. subbulbosum* (PASU), *P. napostaense* (PINA), *P. ligularis* (POLI), *N. longiglumis* (NALO) y *N. tenuis* (NATE) antes del rolado (2011AR) y en cada fecha de muestreo posrrolado. En cada fecha de muestreo, columnas con asterisco son significativamente diferentes (p<0,05) con respecto a 2011 AR. Cada columna es la media de n=8 y las barras verticales representan el E.E.

las gramíneas perennes deseables se debería al incremento de la cobertura basal de *P. ligularis* y *N. tenuis* registradas en las últimas fechas de muestreo (figura 3). Estos resultados sugieren que este grupo de gramíneas perennes tienen un cierto grado de susceptibilidad al rolado. Por lo tanto, un período de al menos un año después del rolado sin pastoreo sería necesario para preservar estas especies en la comunidad. Según Willcox y Giuliano (2012), un diferimiento inicial del pastoreo después del rolado puede ser necesario para permitir el restablecimiento y crecimiento de las especies herbáceas. La cobertura basal total de las gramíneas perennes deseables mostró un aumento no significativo (p>0,05, figura 3) hacia el final del período de estudio. La menor competencia ejercida por las especies leñosas, cuya cobertura aérea total se redujo debido al rolado (figura 5), podría haber favorecido en parte esta respuesta. Asimismo, durante casi todo el período de estudio se registraron precipitaciones cercanas o por encima del promedio anual (figura 1) lo cual también habría favorecido dicho aumento relativo.

La densidad total de las gramíneas perennes deseables en el período 2015-2017 fue mayor (p<0,05) que la densidad total existente antes del rolado (figura 4) y en coincidencia con las precipitaciones más abundantes ocurridas durante ese ciclo de crecimiento. El incremento significativo (p<0,05) de la densidad de *P. ligularis* y *N. tenuis*, y en menor medida (p>0,05) de *N. longiglumis*, en ese período explicaría esta respuesta (figura 4). Según Hamilton y Hanselka (2004), el rolo provoca sobre la superficie del suelo un efecto de cresta y surco que contribuye a la retención del agua promoviendo la germinación de semillas y el establecimiento de nuevas plántulas. El rolado produce la remoción de la capa superficial del suelo y de la competencia favoreciendo el establecimiento de nuevas cohortes de plantas a partir de semillas (Stoddart *et al*., 1975).

La cobertura aérea total de las especies leñosas disminuyó (p<0,05) después del rolado durante el período 2013-2016. Luego, aumentó y fue similar (p>0,05) a la existente antes del rolado (figura 5). El rolado redujo (p<0,05) el porcentaje de cobertura aérea en *C. microphylla* y *Prosopis* spp. (*P. flexuosa* + *P. alpataco*) en 2013, y en *S. fasciculatus* en 2013 y 2014 (figura 4). La cobertura aérea del resto de las especies evaluadas mostró un comportamiento semejante a la cobertura aérea total (figura 5). Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Vallentine (1989), Allegretti *et al*. (1997), Aguilera y Steinaker (2001), Blanco *et al*. (2005), Willcox y Giuliano (2012), Kunst *et al*. (2012) y Steinaker *et al*. (2016) quienes señalaron que las especies leñosas recuperan su co-

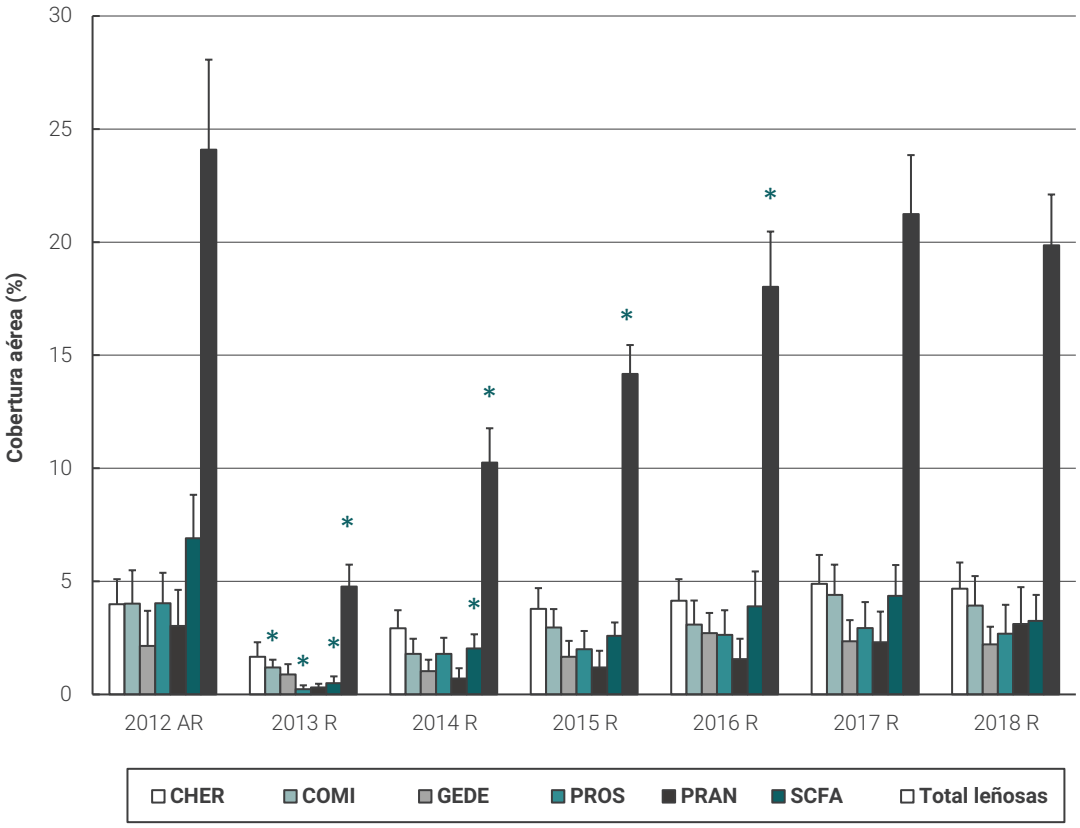

Figura 5. Cobertura aérea total de las especies leñosas (Total leñosas) y cobertura aérea de *C. erinacea* (CHER), *C. microphylla* (COMI), *G. decorticans* (GEDE), *Prosopis* spp. (PROS), *P. angusticarpus* (PRAM) y *S. fasciculatus* (SCFA) antes del rolado (2012AR) y en cada fecha de muestreo posrrolado. En cada fecha de muestreo, columnas con asterisco son significativamente diferentes (p<0,05) con respecto a 2012 AR). Cada columna es la media de n=8 y las barras verticales representan el E.E.

bertura aérea inicial luego de un período de 2 a 5 años de realizado el rolado.

En general, el rolado no redujo (p>0,05) la densidad total de las especies leñosas y solo disminuyó significativamente (p<0,05) la densidad de *Prosopis* spp. a lo largo del período de estudio (figura 6). El rolo cortador voltea, aplasta y corta individuos de especies leñosas de bajo porte; sin embargo, un muy bajo porcentaje de plantas mueren (Vallantine, 1989). Varias de las especies leñosas estudiadas, *C. microphylla*, *C. erinacea* y *P. angusticarpus*, son capaces de producir nuevos rebrotes desde yemas dormantes presentes a nivel de la superficie del suelo o a 5-7 cm de profundidad (Cano *et al.*, 1985). La densidad de las principales especies leñosas, características de los pastizales naturales del sudoeste de la provincia de Buenos Aires y del sudeste de La Pampa, no varió luego de quemas controladas conducidas a fines del verano o principios de otoño (Peláez *et al*., 2010; Peláez *et al.*, 2012). Según Bóo *et al*. (1997), la alta capacidad de rebrote de las especies leñosas puede ser clave para explicar su persistencia ante disturbios antrópicos o naturales. Blanco *et al*. (2005) reportaron que la densidad de especies leñosas en áreas roladas y no roladas no difirió sugiriendo que el rolado no causó mortalidad o que la mortalidad fue compensada por germinación. Sin embargo, los autores indican que observaron muchos rebrotes basales en las plantas roladas y muy pocas plántulas de especies leñosas. Contrariamente, en un arbustal semiárido del centro de Argentina, Aguilera y Steinaker (2001) reportaron 48 y 63% de mortalidad de especies leñosas 15 y 27 meses después de un rolado, respectivamente. Estos porcentajes de mortalidad sugieren una disminución de la densidad de especies leñosas posrrolado. Watts *et al*. (2006) registraron que el rolado disminuyó la densidad promedio de plantas leñosas con respecto a parcelas expuestas a una combinación de rolado y fuego controlado.

CONCLUSIONES

En general, por un lado, los resultados del presente estudio muestran que el rolado reduce la cobertura aérea de las especies leñosas, lo cual mejora el acceso y la disponibilidad forrajera para los animales a pastoreo en sitios con densas poblaciones de estas especies. El efecto del rolado sobre la cobertura aérea de las especies leñosas podría extenderse por un lapso de 3 a 5 años. El rolado no afectó la densidad de las especies leñosas, con excepción de *Prosopis* spp., debido a la alta capacidad de rebrote que poseen estas especies. Nuestros resultados indican, que la disminución de la cobertura aérea de las especies leñosas favorecería el aumento de

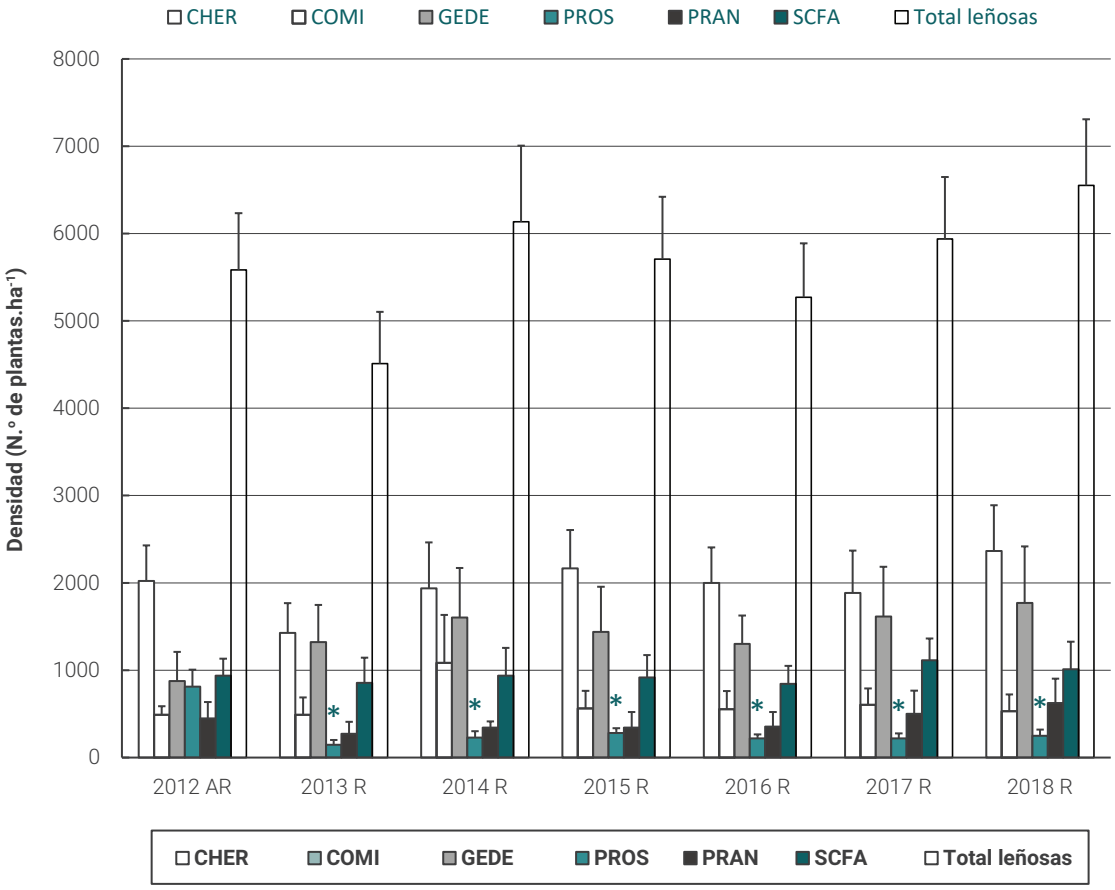

Figura 6. Densidad total de las especies leñosas (Total leñosas) y densidad de C. erinacea (CHER), C. microphylla (COMI), G. decorticans (GEDE), *Prosopis* spp. (PROS), *P. angusticarpus* (PRAN) y *S. fasciculatus* (SCFA) antes del rolado (2012-AR) y en cada fecha de muestreo posrrolado. En cada fecha de muestreo, columnas con asterisco son significativamente diferentes (p<0,05) con respecto a 2012 AR). Cada columna es la media de n=8 y las barras verticales representan el E.E.

la cobertura basal y densidad de las gramíneas perennes deseables, transcurrido un período de al menos 3 años desde la realización del rolado. Esta respuesta se registró principalmente en *P. ligularis* y *N. tenuis*. Por otro lado, se infiere que un período posrrolado de al menos un año sin pastoreo o con un pastoreo liviano sería conveniente para permitir la recuperación y el crecimiento de las gramíneas perennes deseables afectadas por el rolado. Este período de descanso sería muy importante en particular para *P. napostaense* debido a que su porcentaje de cobertura basal y densidad se vieron marcadamente reducidos en los primeros años posrrolado.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio fue financiado por la Universidad Nacional del Sur (UNS) y la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC). Los autores agradecen a los ingenieros agrónomos Omar R. Elia, Oscar A. Montenegro y Mario Enrique, al Sr. Damián C. Ponce por su valiosa colaboración en los trabajos de campo y a los revisores anónimos por sus constructivos comentarios sobre una versión previa de este manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

ADEMA, E.O.; BUSCHIAZZO D.E.; BABINECA; RUCCI T.E.; GOMEZ HERMIDA V.F. 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.; STEINAKER D.F. 2001. Rolado y siembra en arbustales semiáridos de San Luis. En: PANIGATTI,J.L.; BUSCHIAZZO, D; MARELLI, H. (Eds.). Siembra Directa II. Ediciones INTA. 289-302 pp.

AGUILERA, M.O.; STEINAKER D.F.; DEMARÍA M.R. 2003. Runoff and soil loss in undisturbed and roller-seeded shrublands of semiarid Argentina. Journal of Range Management 56(3), 227-233.

ALLEGRETTI, L.I.; PASSERA C.B; ROBLES A.B. 1997. Short- and long-term effects of shrub management on vegetation in the Monte, Argentina. Journal of Arid Environments 35(4), 685-693.

ANRIQUEZ, A.; ALBANESI, A. 2008. Rolados y suelos: rolado y materia orgánica. En: KUNST, C.; LEDESMA, R.; NAVALL, M. (Eds.). Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Santiago del Estero: INTA. 44-53 pp.

BLANCO, J.L; FERRANDO, C.A.; BIURRUM, F.N.; ORIONTE, E.L.; NAMUR, P.; RECALDE, D.J.; BERONE; G.D. 2005. Vegetation responses to roller chopping and buffelgrass seeding in Argentina. Rangeland Ecology and Management 58(3), 219-224.

BÓO, R.M.; PELÁEZ, D.V.; BUNTING, S.C.; ELIA, O.R.; MAYOR, M.D. 1997. Effect of fire on woody species in central semi-arid Argentina. Journal of Arid Environments 35, 87-94.

CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. En: KUGLER, W.F. (Ed.), Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Tomo 2, Fasc. 1, Buenos Aires: ACME. 1-85 pp.

CANFIELD, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. Journal of Forestry39, 388-394.

CANO, E.; ESTELRICH, H.D.; HOLGADO, H. 1985. Acción del fuego en los estratos graminosos y arbustivos de un bosque de caldén. Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa 1, 81-95.

CANO, E. 1988. Pastizales naturales de La Pampa. Descripción de las especies más importantes. Tomo 1. Convenio AACREA-Provincia de La Pampa, Buenos Aires. 425 p.

DAUBENMIRE, R. 1959. A canopy-coverage method for vegetation analysis. Northwestern Scientist 33, 43-64.

DI RIENZO, J.A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M.G.; GONZÁLEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, R.C. 2015. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad de Córdoba, Argentina.

FERNÁNDEZ, O.A.; BUSSO, C.A. 1999. Arid and semi-arid rangelands: two thirds of Argentina. Rala Report N.º 200, 41-60.

GIORGETTI, H.D., MONTENEGRO, O.A.; RODRÍGUEZ, G.; BUSSO, C.A.; MONTANI, T.; BURGOS, M.A; FLEMMER, A.C.; TORIBIO, M.B.; HORVITZ,S.S.1997. The comparative influence of past management and rainfall on range herbaceous standing crop in east-central Argentina: 14 years of observation. Journal of Arid Environments 36, 623-637.

GIORGETTI, H.D., MANUEL, Z.; MONTENEGRO, O.A.; RODRÍGUEZ, G.D.; BUSSO, C.A. 2000. Phenology of some herbaceous and woody species in central, semiarid Argentina. Phyton International Journal of Experimental Botany 69, 91-108.

HAMILTON, W.T.; HANSELKA, C.W. 2004. Mechanical practices prior to 1975. En: HAMILTON, T.W., MCGINTY, A.; UECKERT, D.N.; HANSELKA W.C.; LEE, M.R. (Eds.). Brush Management: Past, Present, Future. Texas A&M University Press, College Station. 17-32 pp.

KUNST, C.; LEDESMA, R.; CORNACCHIONE, M. 2008. Rolado y otros métodos de habilitación para la ganadería. En: KUNST, C.; LEDESMA, R.; NAVALL, M. (Eds.). Rolado Selectivo de Baja Intensidad. Santiago del Estero: INTA. 63-70 pp.

KUNST, C.; LEDESMA, R.; BRAVO, S.; ALBANESI, A.; ANRIQUEZ, A.; VAN MEERA; H.; GODOY, J. 2012. Disrupting woody steady states in the Chaco region (Argentina): Responses to combined disturbance treatments. Ecological Engineering 42, 42-53.

KUNST, C.; NAVAL, M.; LEDESMA, R.; SILBERMAN, J.; ANRÍQUEZ, A.; CORIA, D.; BRAVO, S.; GÓMEZ, A.; ALBANESI, A.; GRASSO, D.; DOMÍNGUEZ NUÑEZ, J.A.; GONZÁLEZ, A.; TOMSIC, P.; GODOY, J. 2016. Silvopastoral systems in the Western Chaco Region, Argentina. En: PERI, P.L.; DUBE, F.; VARELLA, A. (Eds.). Silvopastoral Systems in Southern South America. Springer International Publishing, AG Switzerlands. 63-89 pp.

PELÁEZ, D.V.; GIORGETTI, H.D.; MONTENEGRO, O.A.; ELIA, O.R.; RODRÍGUEZ, G.D.; BÓO, R.M.; MAYOR, M.D.; BUSSO, C.A. 2010. Vegetation response to a controlled fire in the Phytogeographical Province of the Monte, Argentina. Phyton: Journal of Experimental Botany 79, 169-176.

PELÁEZ, D.V.; ANDRIOLI, R.J.; ELIA, O.R.; BONTTI, E.E.; TOMAS, M.A. 2012. Response of woody species to different fire frequencies in semiarid rangelands of central Argentina. The Rangeland Journal 34, 191-197.

PELÁEZ, D.V., GIORGETTI, H.D.; MONTENEGRO, O.A.; ELIA, O.R.; RODRÍGUEZ, G.D.; BLAZQUEZ, F.R.; ANDRIOLI, R.J. 2017.Vegetation response to fire and roller-chopping in the south-western of Buenos Aires. Phyton: Journal of Experimental Botany 86, 325-331.

SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. 1980. Statistical Methods. 7th edition. Iowa: Iowa State University Press. 507 p.

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.

STODDART, L.A., SMITH, A.D.; BOX, T.W. 1975. Range Management. 3rd edition. McGraw Hill, Nueva York. 532 p.

VALLENTINE, J.F. 1989. Range Development and Improvements. 3rdediiton. Academic Press, Londres. 524 p.

WATTS, A.; TANNER, G.; DYE, R. 2006. Restoration of Dry Prairie Using Fire and Roller Chopping. En: NOSS, R.F. (Ed.). Land of Fire and Water: The Florida Dry Prairie Ecosystem. Proceedings of the Florida Dry PrairieConference. 225-230 pp.

WILLCOX, E.V.; GIULIANO, W.M. 2012. Roller Chopping Effectively Reduces Shrub Cover and Density in PineFlatwoods. Restoration Ecology 20(6), 721-729.