



“DESPUÉS DEL ROLADO SELECTIVO EN UN ÁREA DEL CALDENAL ¿QUE PASA CON EL BANCO DE SEMILLAS?”

Trabajo final de graduación presentado para obtener título de
Ingeniera Agrónoma

Autoras:

BLANCO Rocío Nicole
PÉREZ Florencia Belén

Directora:

Dra. SAWCZUK Natalia

Cátedra de Ecología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

Codirector:

Dr. MORICI Ernesto Francisco Atilio

*Cátedra de Ecología Vegetal de la Facultad de Agronomía de la UNLPam y
Manejo de Pastizales Naturales de la Fac. Cs. Ex. y Naturales de la UNLPam.*

Evaluadores:

Ing. RRNNyMA LÓPEZ Gisela Evelina

Cátedra de Dasonomía de la Facultad de Agronomía de la UNLPam.

MSc. ERNST Ricardo Daniel

Cátedra de Manejo de Pastizales Naturales de la Fac. Cs. Ex. y Nat. de la UNLPam

FACULTAD DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

Santa Rosa (La Pampa) - Argentina 2023

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	4
INTRODUCCIÓN.....	5
HIPÓTESIS.....	14
OBJETIVO.....	14
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
RESULTADOS.....	23
DISCUSIÓN.....	40
CONSIDERACIONES FINALES.....	43
BIBLIOGRAFÍA.....	45

RESUMEN

La degradación de las áreas cubiertas por bosques y pastizales naturales en la región semiárida central de Argentina tuvo sus orígenes con el ingreso del ganado doméstico. Por dicho motivo, es necesario realizar distintas estrategias de manejo para ayudar a su conservación y aumento de productividad. El objetivo fue evaluar el efecto del rolado selectivo sobre la cobertura aérea del estrato arbustivo-arbóreo y del graminoso-herbáceo, y el banco de semillas, durante 2018 y 2019. El estudio se realizó en el establecimiento Bajo Verde, luego de 6 años de la implementación de un rolado selectivo. En un potrero de 200 ha se delimitaron 50 ha que se rolaron, y el resto se dejó como testigo (no rolado). En cada una de las áreas de muestreo, se establecieron cuatro parcelas de 100 m² cada una, que se subdividieron en cuatro subparcelas de 25 m². En las áreas soleadas no hubo diferencias entre las áreas Roladas y No Roladas para el parámetro cobertura aérea de vegetación, suelo y broza, en cambio en áreas de sombreadas si hubo diferencias para esta variable. El banco de semillas presentó mayor densidad de semillas forrajeras en los sectores soleados del no rolado, siendo marcada esta diferencia en *Bromus catharticus* y *Piptochaetium napostaense*; a diferencia de los sectores sombreados que no se encontraron. El efecto del rolado selectivo sobre el banco de semillas del suelo depende de la especie considerada, del parche de vegetación, del manejo y principalmente del tiempo transcurrido desde la implementación de la técnica.

PALABRAS CLAVES: bosque de caldén, pastizal natural, control mecánico, rolo, banco de semillas del suelo, especies forrajeras.

ABSTRACT

The degradation of the areas covered by forests and natural grasslands in the central semi-arid region of Argentina had its origins with the entry of domestic cattle. For this reason, it is necessary to carry out different management strategies to help its conservation and increase the productivity. The objective was to evaluate the effect of selective rolling on the aerial cover of the shrub-tree and grass-herbaceous stratum, and the seed bank, during 2018 and 2019. The study was carried out in the Bajo Verde establishment, after 6 years of the implementation selective rolling. In a 200-ha pasture, 50 ha were delimited and subjected to rolling and the rest was left as a control (not rolled). In each of the sampling sites, four plots of 100 m² each were established, which were subdivided into four subplots of 25 m². In the sunny areas there were no differences between the rolled and non-rolled sites for the parameter aerial cover of vegetation, soil and brush, while in shaded areas there were differences for this variable. The seed bank presented a higher density of forage seeds in the unrolled sun patches, this difference being marked in *Bromus catharticus* and *Piptochaetium napostaense*; unlike the shaded sectors that were not found. The effect of selective rolling on the soil seed bank depends on the species considered, the patch of vegetation, the management, and mainly the time elapsed since the implementation of the technique.

KEY WORDS: Caldén forest, natural grassland, mechanical control, roll, soil seed bank, forage species.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales naturales son aquellas áreas que por razones de limitaciones físicas tales como temperaturas extremadamente bajas, precipitaciones reducidas o erráticas, topografía accidentada, suelos pobremente drenados, salitrosos, arenosos, infértiles y/o poco profundos que no se adecuan a los actuales métodos de cultivos, y que constituyen una fuente de forraje basadas en plantas nativas para animales domésticos o silvestres, y que además pueden ser aprovechadas como productoras de madera, leña, carbón o como recurso recreativo (Stoddart, 1975). Estos, cubren grandes extensiones en distintas latitudes del mundo y sobre todo en regiones de clima árido y semiárido (Estell *et al.*, 2012).

Argentina, posee más del 60 % del territorio con características de aridez o semiaridez, el cual se encuentra cubierto por distintos ecosistemas de pastizales naturales que son utilizados tradicionalmente como áreas de pastoreo para el ganado doméstico (Cabrera, 1976).

En la región semiárida central de Argentina, se encuentra el bosque de caldén o Caldenal que ocupa una vasta superficie, y constituye un sistema ecológico muy particular integrando la porción más austral de la Provincia Fitogeográfica del Espinal (Cabrera, 1976). Cubre una superficie de 196.332 km² y se extiende 782 km desde el sudoeste de Córdoba, centro y sur de la provincia de San Luis, centro de La Pampa, sur de la provincia de Buenos Aires hasta el noreste de Río Negro (SAyDS, 2006). En La Pampa, se encuentra, fundamentalmente, en las depresiones y valles transversales orientados de SO a NE, los que, a su vez, se ordenan en una franja desde el sector centro N al sector SE de esta provincia (Covas, 1964; Cano *et al.*, 1980).

El ecosistema caldenal se caracteriza por su inestabilidad climática, con amplias fluctuaciones de temperatura, precipitaciones reducidas y estacionales, períodos de humedad

y de sequía a veces prolongados (Cano *et al.*, 1980). El paisaje predominante es de llanura plana a suavemente ondulada donde la especie arbórea dominante es el caldén (*Neltuma caldenia* Burkart), que forma bosques xerófilos más o menos densos, sabanas con gramíneas, áreas medanosas con vegetación psamófila y matorrales o estepas halófilas (Cabrera, 1976; Cano *et al.*, 1980). Dentro del Distrito del Caldén, el bosque en estudio se ubica en la fracción límite entre las Subregiones de Lomas y Colinas y Mesetas y Valles.

La vegetación natural está representada por un bosque secundario con relictos de pequeña extensión del bosque prístino (Nazaruk, 2019), se puede distinguir un estrato arbóreo en el que domina *Neltuma caldenia* acompañado por *Neltuma flexuosa* (algarrobo) y *Geoffroea decorticans* (chañar) y un estrato arbustivo, de muy variable composición florística, donde pueden observarse *Condalia microphylla* (piquillín), *Lycium chilense* (llaollín) y *Ephedra triandra* (tramontana), entre otras. En el estrato herbáceo se encuentran especies de porte bajo, generalmente con buen valor forrajero, *Poa ligularis* (unquillo), *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra), *Nassella tenuis* (flechilla fina), entre otras y especies de altura intermedia de poco o nulo valor forrajero *Nassella tenuissima* (paja), *Jarava ichu* (paja blanca), *Amelichloa brachychaeta* (pasto puna) y *Nassella trichotoma* (paja) (Cano *et al.*, 1980; Llorens y Frank, 1999, Morici *et al.*, 2009).

Las comunidades de pastizales naturales de esta región han sido sometidas a la explotación forestal indiscriminada (Estelrich *et al.*, 2005) y a pastoreos continuos durante mucho tiempo, llegando en muchos casos a situaciones de sobrepastoreo con las consecuencias que esto implica, tanto en la estructura como en la dinámica de la vegetación (Sala *et al.*, 1986; Milchunas *et al.*, 1988; Rusch y Oesterheld, 1997; Olf y Ritchie, 1998; Chaneton *et al.*, 2002).

El pastoreo continuo y selectivo al que fueron sometidas estas áreas contribuyó fundamentalmente a la diseminación del caldén y a fuertes cambios en la composición florística de las comunidades de pastizal, favoreciendo el establecimiento masivo de leñosas y del pajonal en los ecosistemas de la región (Llorens y Frank, 2003; Estelrich *et al.*, 2005). Causando principalmente la desaparición de especies deseables de porte bajo, de desarrollo invernal, buenas forrajeras y muy pastoreadas por los herbívoros, como *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Nassella longiglumis* y *Nassella tenuis* (Bontti *et al.*, 1999; Rabotnikof *et al.*, 2000; Cerqueira *et al.*, 2000, 2004). Al mismo tiempo, se incrementan las especies no forrajeras de porte intermedio *Nassella tenuissima*, *Jarava ichu*, *Nassella trichotoma*, y *Amelichloa brachychaeta* (Llorens y Frank, 1999; Estelrich *et al.*, 2005; Sawczuk, 2018), al colonizar éstas los espacios generados por la desaparición de las especies forrajeras (Peláez *et al.*, 1992). Por esta razón se puede encontrar en el caldenal parches con pastizal bajo de gramíneas forrajeras y otros de porte intermedio con dominancia de especies no forrajeras junto con renuevos de caldén y arbustos (Llorens, 1995; Distel y Bóo, 1995; Morici *et al.*, 2009; Ernst *et al.*, 2017). Los sistemas donde abundan este último tipo de parches son de baja receptividad ganadera (Sáenz *et al.*, 2000).

Por otra parte, se debe considerar el efecto del pastoreo sobre la dinámica de la vegetación a partir de la producción y dispersión de semillas (Noy-Meir, 1990; Fernández *et al.*, 1992; Bertiller, 1996), ya que las plantas pastoreadas producen un menor número de semillas (Martín *et al.*, 2018) provocando una reducción de la colonización por plántulas (Smith *et al.*, 2000) y un agotamiento del banco de semillas (Hodgkinson, 1992). Asimismo, se desencadenaría la posible extinción de las especies forrajeras en los parches sobrepastoreados (Morici *et al.*, 2009). Esta pérdida de productividad ganadera aumenta la presión sobre los sistemas provocando a su vez, mayor deterioro ambiental. La tendencia se

acelera a medida que aumenta la degradación, por lo que es inmediato intervenir para detener, recuperar o rehabilitar estas tierras (Adema, 2011).

Por lo mencionado anteriormente, los bosques de caldén en la provincia de La Pampa presentan importantes signos de degradación que se traducen en áreas boscosas arbustizadas provocando consecuencias negativas a nivel económico, productivo y ecosistémico (Morici *et al.*, 2022). Por esta razón en estas áreas se han planteado diferentes intervenciones tales como rolado selectivo de baja intensidad (RSBI), topadora, trituradora forestal, quemas prescriptas, entre otras diversas técnicas aplicadas (Estelrich *et al.*, 2022; Morici *et al.*, 2022), las mismas tienen como objetivo mejorar las condiciones productivas del bosque, aumentando la receptividad ganadera a través de la disminución parcial de la cobertura de leñosas, ya que estas ejercen una fuerte competencia con las gramíneas mediante la intercepción de lluvias y la interferencia de luz (Adema 2006; Morici *et al.*, 2022). En este contexto, las ya mencionadas, quemas controladas y el rolado se difunden como las prácticas más comunes utilizadas para el control de arbustos y mejoramiento del pastizal natural en la región del Caldenal y Monte Occidental (Adema 2006; Alvarez Redondo *et al.*, 2022; Morici *et al.*, 2022). Otras de las técnicas, menos utilizadas, es el raleo selectivo manual con cuadrilla de hacheros y extracción de tocón (Nazaruk, 2019).

El rolado es una de las metodologías aplicadas en el control mecánico del arbustal o renewal, utilizando una herramienta llamada rolo. El rolo es un tambor o cilindro de metal, de ancho superior de 2 metros y diámetro 1,2 - 1,5 m, hueco y que puede ser lastrado con agua, alcanzando así 3000 - 4000 kg de peso, el cual es traccionado por tractores (Kunst *et al.*, 2008; Mora y Rosales Mercado, 2014; Morici *et al.*, 2022). La labor consiste en el paso de un tractor que arrastra un rolo por encima de la masa arbustiva, generando el abatimiento de la vegetación y su posterior trozado, favoreciendo así la llegada de luz al estrato inferior del

dosel y permitiendo mayor captación de agua para el desarrollo de especies de interés forrajero (Kunst *et al.*, 2003; Adema, 2006; Rosales, 2012).

El principal efecto del rolado es el cambio en la estructura de la vegetación, la accesibilidad al pastoreo y la utilización del agua y los nutrientes del suelo. Por su parte, la reducción en la cobertura del arbustal aumenta la oferta del forraje del pastizal (Adema *et al.*, 2003). También se crean las condiciones necesarias de luz, temperatura y espacio para que el banco de semillas del suelo (BSS) sea activado (Morici *et al.*, 2009; Benech-Arnold *et al.*, 2014; Ernst *et al.*, 2017).

La composición florística de los pastizales depende de un conjunto de factores edáficos, climáticos, biológicos, así como también del manejo, las relaciones de competencia y el banco de semillas del suelo (Morici *et al.*, 2009). También es importante destacar que la respuesta y dinámica de la vegetación al rolado está condicionada por la situación inicial del bosque de caldén (Álvarez Redondo *et al.*, 2022).

Ernst *et al.*, (2017) observaron que el rolado al eliminar el material leñoso y aumentar las áreas abiertas podría favorecer aquellas especies de gramíneas forrajeras en detrimento de las no forrajeras. Esta respuesta diferencial al rolado selectivo, observada en el BSS de gramíneas permitiría manipular la composición vegetal de los pastizales naturales. Hay que considerar que los efectos del rolado selectivo sobre el BSS dependen de la especie considerada, del parche de vegetación donde se encuentra y del manejo del pastizal que se realice posteriormente.

Por otra parte, uno de los aspectos más importantes dentro de una comunidad vegetal es la dinámica del banco de semillas. El BSS es una reserva de semillas maduras viables listas para germinar encontrándose sobre la superficie del suelo, enterradas o en los residuos vegetales (Thompson and Grime, 1979). Se trata de uno de los principales mecanismos de

regeneración de la vegetación, ya que constituye la memoria de las condiciones ambientales prevalecientes en el pasado. La composición y tamaño del banco de semillas fluctúa rápidamente dependiendo de la entrada y pérdidas de semillas (Ernst y Morici, 2013). El mismo también se podría definir como una agrupación de semillas, no germinadas cuya persistencia dependerá de la capacidad de mantenerse viable a través del tiempo, eludiendo a las enfermedades y depredadores (Harper, 1990). El BSS cumple un importante rol en el mantenimiento de las poblaciones de plantas y de la diversidad, permitiendo la revegetación después del disturbio (Harper, 1990). Conocer su densidad, distribución, composición y persistencia permitirá predecir la respuesta de una comunidad vegetal a ciertos disturbios, como también su capacidad y tiempo de recuperación (Bertiller, 1996).

Según Thomsom y Grime (1979) hay dos tipos de BSS: transitorio, en el cual las semillas germinan antes de transcurrido el año de la dispersión original; y el permanente, cuando persisten en el suelo por más de un año. Los mismos autores, al comparar estudios morfofisiológicos de la germinación de las semillas presentes en los bancos, amplían su clasificación con las siguientes categorías:

-BSS tipo I: son bancos transitorios con especies estivales. Incluyen este grupo un gran número de gramíneas cuyas semillas se dispersan al final de la primavera y durante el verano para luego germinar de manera sincronizada en condiciones frescas y húmedas del otoño.

Las especies que conforman este tipo de banco no presentan dormición, pero sí elevada capacidad de germinar en una amplia gama de temperaturas, tanto en oscuridad como en luz. Es evidente que con tales características las semillas logran germinar rápidamente luego de su dispersión.

En estos bancos los mecanismos regenerativos aseguran la reposición de plantas durante la estación favorable, afectadas sólo por los niveles de mortalidad previsibles.

Los bancos tipo I responden por sus características, al comportamiento de las pasturas sometidas a disturbios estacionales ocasionados por la sequía o pastoreo.

-BSS tipo II: son bancos transitorios con especies de regiones continentales de zonas templadas. En estas áreas geográficas, el crecimiento de las plantas hacia el final del otoño y durante el invierno es restringido por bajas temperaturas. Las semillas son relativamente grandes y germinan en un amplio rango de temperaturas y en ausencia de luz. Este tipo de bancos representa una adaptación específica que retrasa la germinación hasta el inicio de la estación de crecimiento.

-BSS tipo III: son bancos persistentes en los cuales muchas de las semillas germinan después de la dispersión, y las que no lo hacen se incorporan al suelo. Este modelo incluye especies pequeñas, herbáceas y anuales.

-BSS tipo IV: son bancos persistentes en los cuales pocas semillas germinan inmediatamente después de la dispersión, y las especies mantienen un BSS cuyo tamaño está estrechamente relacionado con la producción de semillas anuales.

El diagrama de la Figura 1, propuesto por Thompson & Grime (1979), representa de manera clara los cuatro tipos de BSS establecidos por estos autores. El banco tipo I formado por pastos anuales y perennes de hábitats secos o perturbados; el tipo II, representado por hierbas anuales y perennes, que colonizan los espacios vegetativos en la primavera temprana; el tipo III, conformado por especies que germinan en el otoño, pero que mantienen un pequeño banco de semillas persistentes y el tipo IV, constituido por hierbas y arbustos anuales y perennes con un gran número de semillas persistentes.

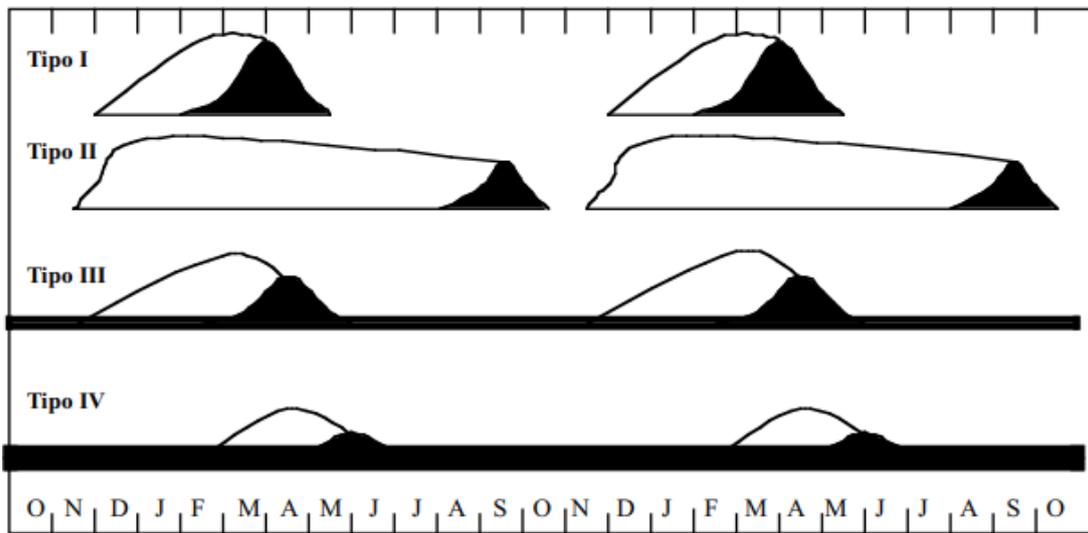


Figura 1. Diagrama representativo de la caracterización de cuatro tipos de bancos de semillas (I, II, III y IV), de acuerdo a su comportamiento estacional (Thompson & Grime, 1979). Áreas sombreadas: proporción de semillas capaces de germinar inmediatamente. Áreas blancas: proporción de semillas viables pero que no germinan inmediatamente.

Diferentes aspectos del banco de semillas como su densidad y composición (Peco *et al.*, 1998), su persistencia en el suelo (Bakker *et al.*, 1996; Mc Donald *et al.*, 1996; Morici 2006), y su similitud florística con la vegetación establecida (Ortega *et al.*, 1997; Peco *et al.*, 1998), permiten comprender mejor la dinámica de la comunidad de plantas y su respuesta frente a las perturbaciones (Van Der Valk & Pederson, 1989; Bakker *et al.*, 1996).

Por otra parte, el pastoreo, a través de su influencia sobre la supervivencia de las plantas y sobre la producción de semillas (Grime, 1979; Kinucan y Smeins, 1992), puede afectar la densidad y composición de los bancos de semillas (Watt & Gibson, 1988; Oosterheld y Sala, 1990), modificar la persistencia de las mismas en el banco (Bakker *et al.*, 1996), y producir cambios relativos entre la abundancia de las especies de la vegetación establecida y del BSS (O'Connor, 1991; Bertiller, 1992; Milberg, 1995).

La restauración de las áreas cubiertas por renovales y pajonales, y su recuperación como sitios de pastoreo dependen del BSS, de su composición y su dinámica frente a distintas intervenciones (Bedoya-Patiño *et al.*, 2010; Kalamees *et al.*, 2012). La expresión del BSS es el resultado de un proceso dinámico definido tanto por factores intrínsecos, condicionados por la estructura de la vegetación, como por factores extrínsecos; entre éstos, los disturbios y/o manejos (Gianaccini *et al.*, 2009; Morici *et al.*, 2009; Bedoya-Patiño *et al.*, 2010; Ernst *et al.*, 2015; Ernst *et al.*, 2017). En cuanto a los factores intrínsecos, se demostró que los cambios en la calidad de luz, en la temperatura y en la humedad del suelo pueden provocar respuestas diferenciales en la germinación de las semillas (Fenner y Thompson, 2005; Álvarez *et al.*, 2012). Además, en cuanto a los factores extrínsecos, algunos estudios muestran el efecto que los disturbios por pastoreo originan sobre la fecundidad de las especies forrajeras y las no forrajeras de los pastizales de la región (Estelrich *et al.*, 2005; Morici *et al.*, 2009). En las especies forrajeras, en general por cuestiones de manejo, se observan restricciones en la producción de semillas; y como consecuencia, un empobrecimiento en su participación relativa del BSS (Ernst *et al.*, 2015; Ernst *et al.*, 2017; Martín *et al.*, 2018). Por el contrario, la presencia de las especies no forrajeras como las pajas, es altamente dominante, aún en parches de vegetación donde pudieran predominar las forrajeras (Estelrich *et al.*, 2005; Morici *et al.*, 2009; Rauber *et al.*, 2014).

Como mencionan varios autores, debido a la importancia de los bosques en la región del caldenal, y a que el rolado selectivo de baja intensidad es una técnica que está en expansión, surge la necesidad de estudiar el impacto de este tipo de práctica de manejo en el BSS y en la composición florística de la comunidad. Por lo anteriormente expuesto las hipótesis y los objetivos de este trabajo son:

HIPÓTESIS

La técnica de manejo de rolado selectivo de baja intensidad en un área de caldenal, mejorará la accesibilidad del sistema, e incrementará la cobertura aérea de las especies forrajeras, como así también el banco de semillas de las mismas.

OBJETIVOS

Objetivo General

-Evaluar el efecto del rolado selectivo sobre el Bosque de Caldén.

Objetivos Específicos

-Evaluar la cobertura aérea de los estratos arbustivo-arbóreo y gramíneo-herbáceo.

-Evaluar el banco de semillas de las especies forrajeras y no forrajeras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El trabajo se desarrolló durante los años 2018 y 2019, en el Establecimiento “Bajo Verde”, campo experimental de la Universidad Nacional de La Pampa (Facultad de Agronomía), Departamento Toay, provincia de La Pampa, ubicado a 35 Km al NO de la ciudad de Santa Rosa (NE: Lat. 36°29'18,0'' Long. 64°37'03,4''; NO: Lat. 36°29'20,5'' Long. 64°37'29,1''; SE: Lat. 36°29'42,4'' Long. 64°37'03,7''; SO: Lat. 36°29'42,2'' Long. 64°37'28,9''; a 235 msnm) (Fig. 2). Dicho establecimiento cuenta con una superficie de 1964 ha de las cuales un 85 % (1639 ha) son de bosque nativo en distintos estados de conservación (Estelrich *et al.*, 2022).



Figura 2. Ubicación geográfica del área de estudio: Establecimiento Bajo Verde, perteneciente a la Universidad Nacional de La Pampa.

Características del Establecimiento

Relieve y Suelo

El área de estudio está localizada en una planicie con suave ondulación. El suelo es un Haplustol entico, de textura franco arenosa (Sawczuk, 2009). El horizonte superficial es de profundidad variable y puede presentar carbonato de calcio desde la superficie (Estelrich *et al.*, 2022). Generalmente, la capa de tosca se encuentra a 1,5 m de profundidad (Sawczuk, 2018).

Temperatura y precipitaciones

El Establecimiento Bajo Verde se encuentra ubicado en un ambiente semiárido, cuyo promedio anual de precipitación es de 550 mm. Las lluvias se concentran en primavera, verano y otoño con inviernos, en general, secos. Se observa una importante variación interanual, sobre todo en otoño (Estelrich *et al.*, 2022). El clima es templado y cálido, la temperatura media anual es de 15,5 °C, mientras que para los meses más fríos (junio a septiembre) es de 8 °C y de 23,2 °C para los meses de verano (Cano *et al.*, 1985). Cabe resaltar que La Pampa posee una gran amplitud térmica que alcanza valores de 16 °C. Los vientos predominantes son del noroeste y suroeste, siendo los primeros cálidos y húmedos, y los últimos fríos y secos. La velocidad promedio es de 10 km/h y los valores máximos se registran en primavera (Cano, 1980).

Vegetación

La vegetación típica es un bosque dominado por *Neltuma caldenia* (caldén) que forma bosques asociados a otras especies arbóreas presentes como: *Neltuma flexuosa* (algarrobo), *Geoffroea decorticans* (chañar), *Schinus fasciculata* (molle) y *Jodina rhombifolia* (sombra de

toro). Las especies más relevantes del estrato arbustivo son: *Condalia microphylla* (piquillín), *Lycium chilense* (llaollín), *Lycium gilliesianum* (piquillín de víbora), *Ephedra triandra* (tramontana), *Chuquiraga erinacea* (chilladora), *Larrea divaricata* (jarilla hembra) y *Prosopidastrum globosum* (*P. angusticarpum*, manca caballo). Entre las gramíneas más frecuentes se encuentran *Nassella tenuis* (flechilla fina), *Nassella tenuissima* (paja), *Piptochaetium napostaense* (flechilla negra), *Jarava ichu* (paja blanca), *Poa ligularis* (unquillo), *Aristida subulata* (pasto crespo), *Trichloris crinita* (*Leptochloa crinita*, plumerito), *Digitaria californica* (pasto plateado) y *Setaria leucopila* (cola de zorro) (Adema *et al.*, 2003; SAyDS, 2006).

Manejo del área

La actividad principal es la ganadería de cría bovina, desarrollada sobre pastizales naturales, y el rodeo es de alrededor de 350 vientres de raza Aberdeen Angus. Está compuesto por vientres, toros y, eventualmente, recría de novillitos y vaquillonas, dependiendo de la producción de forraje.

Debido a la estacionalidad de la producción forrajera dentro del área del caldenal, el manejo reproductivo realizado es un servicio estacionado en noviembre, diciembre y enero.

En cuanto al manejo del pastoreo, las áreas de pastizal natural se aprovechan entre los meses de abril y octubre, mediante pastoreo rotativo con altas cargas instantáneas. La permanencia en cada potrero es de alrededor de un mes, dependiendo de la disponibilidad de pasto forrajero del pastizal y de los requerimientos de los animales.

Ocasionalmente, con animales en buen estado corporal y con bajos requerimientos, se puede intensificar el pastoreo de algún potrero con el fin de disminuir el volumen de pajas, siempre y cuando no afecten la producción del rodeo.

En la época estival, la alimentación de los animales se complementa con cultivos forrajeros establecidos en el sector agrícola del predio. Actualmente, existen 105 ha con pasto llorón (*Eragrostis curvula* [Schrad.] Nees); en las restantes, se han estado probando otras especies megatérmicas para tal fin, como *Panicum coloratum* L. y *Digitaria eriantha* Steud.

En las unidades demostrativas, a lo largo de estos años, se han implementado distintas intervenciones que incluyen quema prescrita, rolado, triturado, uso de topadora, extracción manual y pastoreo rotativo con altas cargas instantáneas (Estelrich *et al.*, 2022).

Trabajo de campo

En un potrero de 200 ha, cubierto por un renoval-fachinal de caldén con una altura de entre 2,5 y 3 m, y una cobertura de leñosas de entre 50 y 75 %, se delimitaron 50 ha que fueron sometidas a un rolado selectivo de baja intensidad (RS), el 12 de noviembre de 2013 (Fig. 3).

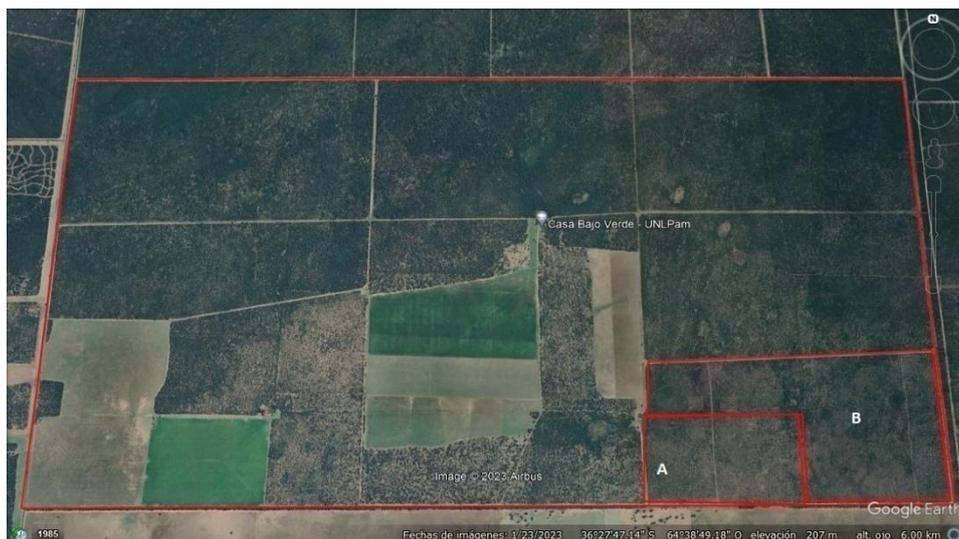


Figura 3. Localización del área de estudio: **A:** área rolada (50 ha), y **B:** área no rolada (150 ha).

En diciembre de 2018, se establecieron dos áreas de estudio: **rolada (R)** y **no rolada (NR)** (Fig 4 y 5). En cada una de estas áreas se marcaron cuatro parcelas de 100 m² (5 x 20 m) cada una; y cada parcela se subdividió en cuatro subparcelas de 25 m² (5 x 5 m) (Ernst *et al.*,

2018). En las mismas se realizó el censo florístico de acuerdo con Mueller-Dombois y ElleMBERG (1974) y se utilizó la escala de Braun-Blanquet (1979).



Figura 4. Imagen del área Rolada del estudio en el Establecimiento Bajo Verde.



Figura 5. Imagen del área No Rolada del estudio en el Establecimiento Bajo Verde.

A su vez, en cada subparcela, se trabajó en dos sectores: **soleados** (sin cobertura arbustiva-arbórea) y **sombreados** (bajo el dosel de árboles y arbustos). En cada sector de cada subparcela se evaluó la cobertura aérea de vegetación (total y por especies), broza y suelo, en una superficie de 0,25 m² (establecidas al azar). Asimismo, en estas superficies se tomaron muestras de suelo con un cilindro de 7 cm de diámetro por 6 cm de profundidad para evaluar el banco de semillas (Fig. 6) (Morici, 2006).



Figura 6. Cilindro utilizado para la toma de muestras de suelo.

En la figura 7, se muestra el diagrama del diseño de muestreo utilizado tanto para áreas Roladas como No Roladas.

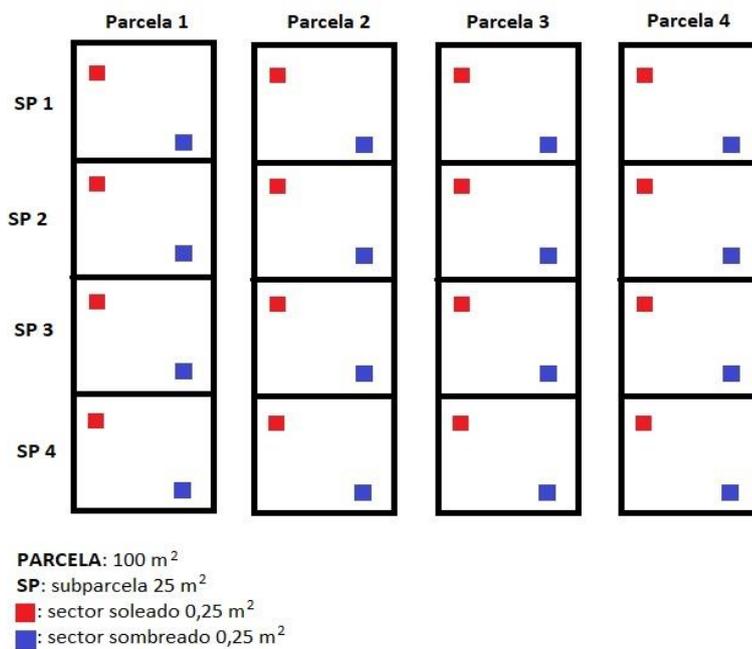


Figura 7. Diagrama representativo del diseño de muestreo realizado utilizado para cada área: rolada y no rolada.

Trabajo de gabinete

Se confeccionó una lista florística a partir de la cual se identificaron especies nativas y exóticas (Zuloaga *et al.*, 2019); los grupos funcionales herbáceas/dicotiledóneas perennes, gramíneas (G) perennes forrajeras (F) y no forrajeras (NF); gramíneas y dicotiledóneas anuales, y dentro de estas, las especies exóticas (Cano, 1988; Rúgolo de Agrazar *et al.*, 2005; Morici *et al.*, 2009). Se consideraron especies vegetales forrajeras a aquellas que son palatables y con cierto valor nutritivo, y especies vegetales exóticas a aquellas que no pertenecen a la vegetación nativa y provienen de otro país. A partir de los datos de los censos se determinó la diversidad de las áreas R y NR, utilizando el índice de Simpson (1949).

Índice de Simpson

$$D = \frac{\sum n (n - 1)}{N(N - 1)}$$

- D = índice de Simpson.
- n = número total de organismos de una especie.
- N = número total de organismos de todas las especies.

También se evaluó la accesibilidad del sistema en las áreas R y NR, a partir de los datos de abundancia-cobertura.

Las muestras de suelo para BSS se secaron al aire, luego se lavaron con agua, tamizaron (con tamices N° 35 y 60) y secaron en estufa a 60° C. Por último, se extrajeron las semillas con pinza histológica, y a través de observación en lupa binocular se identificaron a qué especie pertenecen, y se las clasificó en Forrajeras (F) y No forrajeras (NF) (Morici, 2006).



Figura 8. Lupa binocular usada para lectura de muestras de banco de semillas del suelo.

Análisis estadístico

El análisis de los datos para determinar las diferencias entre áreas para el análisis de la diversidad y de la cobertura fue evaluada mediante ANOVA y las diferencias de medias se determinaron por Tukey ($p < 0,05$). Para el análisis de los datos de densidad de semillas se realizó un análisis de varianza no paramétrico a una vía de clasificación propuesto por Kruskal y Wallis (1952). Esta prueba, permite comparar las esperanzas de 2 o más distribuciones cuando no cumplen con el supuesto de normalidad. Se realizaron comparaciones de a pares entre las medias de los rangos de tratamientos (Conover, 1999). Se utilizó el paquete estadístico Infostat versión 2020 (Di Renzo *et al.*, 2020). El programa estadístico utilizado fue INFOSTAT (2008).

RESULTADOS

En base a los relevamientos de las especies presentes en la superficie de muestreo se identificaron un total de 35 especies herbáceas: 17 se encontraron presente en las áreas No Roladas (NR) y sin cobertura arbórea (soleadas); 15 en las áreas NR y con cobertura arbórea (sombreadas); 21 especies se encontraron en las áreas Roladas (R) y soleadas, y 18 en las áreas R y sombreadas.

Tabla 1. Lista de especies de la comunidad vegetal que componen el área de estudio.

Nombre científico	Nombre vulgar	Formas de vida	Ciclo de crecim.	Ciclo anual de crecim.	Tipos biolog.	Estrato	Estatus de proced.	Valor forrajero	Sistema fotosint.
<i>Acaena myriophylla</i> Lindl.	Yerba de la vizcacha	H	P	V	H	1	N	NF	C4
<i>Amelichloa brachychaeta</i> (Godr.) Arriaga & Barkworth	Pasto puna	H	P	I	H	1	N	NF	C3
<i>Ammi visnaga</i>	Viznaga	H	A	OIP	T	2	I	NF	C3
<i>Baccharis crispa</i> Spreng.	Carqueja	H	P	V	H	1	N	NF	C4
<i>Baccharis gilliesii</i> A. Gray	Matatrigo	H	P	V	H	1	N	NF	C4
<i>Baccharis ulicina</i> Hook. & Arn.	Yerba de la oveja	H	P	V	H	1	N	NF	C4
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	Bolsita de pastor	H	A	V	T	1	I	NF	C3
<i>Carduus nutans</i> L.	Cardo santo	H	A	V	T	2	I	NF	C3
<i>Chenopodium album</i> L. ssp. <i>album</i>	Quinoa	H	A	I	T	2	I	NF	C4
<i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist var. <i>bonariensis</i>	Rama negra	H	A	V	T	1	N	NF	C3
<i>Euphorbia serpens</i> Kunth var. <i>serpens</i>	Yerba meona	H	P	I	H	1	N	NF	C3
<i>Gaillardia megapota mica</i> (Spreng.) Baker var. <i>megapota mica</i>	Botón de oro	H	P	V	C	1	N	NF	C4
<i>Galium richardianum</i> (Gillies ex Hook. & Arn.) Endl. ex Walp.	Relvún	H	P	V	H	1	N	NF	
<i>Heterotheca subaxillaris</i> (Lam.) Britton & Rusby	Falso alcanfor	H	A	V	T	1	I	NF	C3
<i>Lactuca serriola</i> L.	Lechuga amarga	H	A	V	T	1	I	NF	C3
<i>Lycium chilense</i> Miers ex Bertero var. <i>chilense</i>	Yauyín	H	P	V	H	2	N	NF	
<i>Medicago minima</i> (L.) Barta l. var. <i>minima</i>	Trébol de carretilla	H	A	I	T	1	I	F	

<i>Parietaria debilis</i> G. Forst.	Yerba fresca	H	A	V	T	1	I	NF	
<i>Phalaris angusta</i> Nees ex Trin.	Alpistillo	H	A	I	T	1	N	NF	C3
<i>Plantago patagonica</i> Jacq.	Plantago patagónica	H	A	I	T	1	N	NF	C3
<i>Senecio subulatus</i> D. Don ex Hook. & Arn. var. <i>erectus</i> Hook. & Arn.	Romerillo	H	P	V	C	2	N	NF	
<i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum.	Cola de zorro	H	P	V	H	1			C4
<i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.	Revienta caballos	H	P	V	H	1	N	NF	C3
<i>Solanum juvenale</i> Thell.	Meloncillo de campo	H	P	V	H	1	N	NF	C3
<i>Neltuma caldenia</i> (Burkart) C.E. Hughes & G.P. Lewis (<i>rebrote</i>)	Caldén	L	P	V	F	3	N	NF	C3
<i>Neltuma caldenia</i> (Burkart) C.E. Hughes & G.P. Lewis (<i>arbol</i>)	Caldén	L	P	V	F	4	N	NF	C3
<i>Schinus fasciculatus</i> (Griseb.) I.M. Johnst.	Molle	L	P	V	F	3	N	NF	

Nombre científico	Nombre vulgar	Formas de vida	Ciclo de crecim.	Ciclo anual de crecim.	Tipos biol.	Estrato	Estatus de proced.	Valor forrajero	Sistema fotosint.
<i>Bromus catharticus</i> Vahl var. <i>rupestris</i> (Speg.) Planchuelo & P.M. Peterson	Cebadilla	G	A	I	T	1	N	F	C3
<i>Chascolytrum subaristatum</i> (Lam.) Desv.	Pasto fuerte	G	P	I	H	1	N	F	C3
<i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard var. <i>californica</i>	Pasto plateado	G	P	V	H	1	I	F	C4
<i>Hordeum stenostachys</i> Godr.	Cola de zorro	G	P	I	T	1	N	NF	C3
<i>Jarava ichu</i> Ruiz & Pav. var. <i>ichu</i>	Paja blanca	G	P	I	H	2	N	NF	C3
<i>Nassella tenuis</i> (Phil.) Barkworth	Flechilla fina	G	P	I	H	1	N	F	C3
<i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth	Paja	G	P	I	H	1	N	NF	C3
<i>Nassella trichotoma</i> (Nees) Hack. ex Arechav.	Paja tendida	G	P	I	H	1	N	NF	C3
<i>Piptochaetium napostaense</i> (Speg.) Hack.	Flechilla negra	G	P	I	H	1	N	F	C3
<i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud. var. <i>ligularis</i>	Unquillo	G	P	I	H	1	N	F	C3

Referencias:

Formas de Vida = **G**: Gramínea; **H**: Herbácea; **L**: Leñosa.

Sistema Fotosintético de Gramíneas = **C3** y **C4**.

Ciclo de Crecimiento = **P**: Perenne; **A**: Anual.

Estacionalidad = **V** (verano): PEO: primavera-estivo-otoñal; **I** (invierno): OIP: otoño-invierno-primaveral.

Tipos Biológicos según Raunkiaer = **T**: Terófitas; **H**: Hemicriptófitas; **F**: Fanerófitas.

Estratos = **1**: 0 - 0,5 m; **2**: 0,5 - 1 m; **3**: 1 - 2 m; **4**: 2 m o más.

Estatus de Procedencia = **N**: Nativa; **I**: Introducida.

Valor Forrajero = **F**: Forrajero; **NF**: No Forrajero.

- **Diversidad**

La mayor diversidad (4,51) se encontró en el área Rolada en el sector soleado, presentando diferencias ($p < 0,05$) con el área No Rolada (3,1) (Fig. 9). En el sector sombreado, la diversidad no se diferenció ($p > 0,05$) entre las áreas R y NR (Fig. 10).

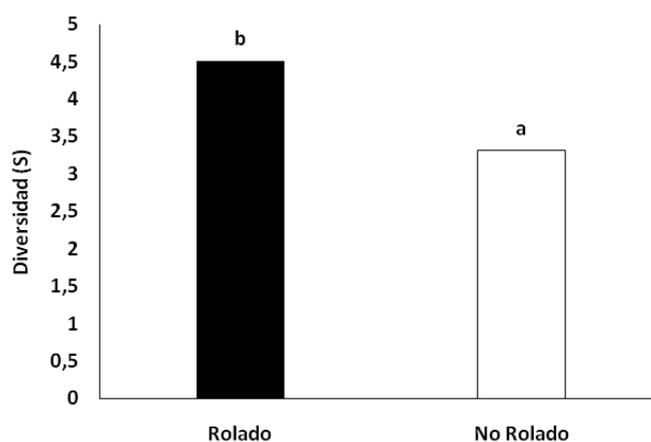


Figura 9. Índice de diversidad de Simpson en las áreas Rolada y No Rolada, en el sector soleado. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

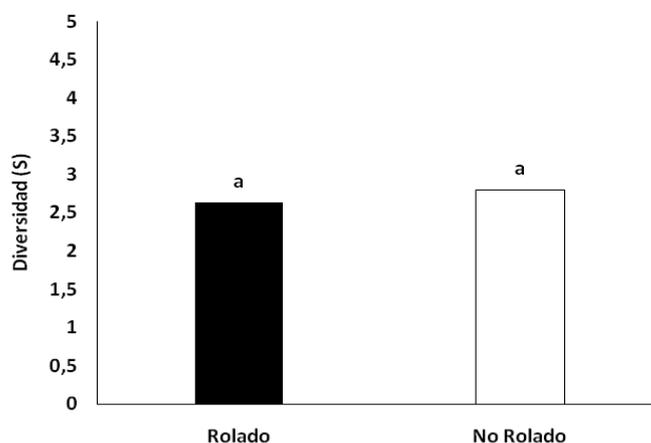


Figura 10. Índice de diversidad en áreas: No Rolada y Rolada, en los sectores sombreados. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

- **Accesibilidad**

Las áreas roladas presentan un incremento de *Neltuma caldenia* rebrotados ($p < 0,05$), luego de seis años de realizado el tratamiento. El área ocupada por los rebrotes alcanzó casi el 18 % de cobertura mientras que las áreas No Roladas fue inferior al 1 % (Fig. 11).

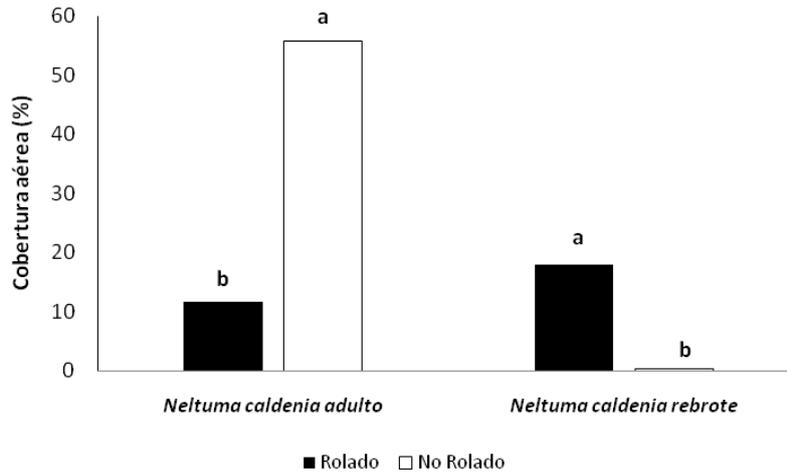


Figura 11. Cobertura aérea (%) de *Neltuma caldenia* en áreas: No Rolada y Rolada. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

- **Cobertura aérea**

Cobertura de vegetación, suelo y broza en sectores de sol y sombra

Sectores soleados:

En los sectores sin cobertura arbustiva-arbórea (soleados), las coberturas aéreas de la vegetación, suelo y broza, no se diferenciaron ($p > 0,05$) entre las áreas Rolada y No Rolada (Fig. 12).

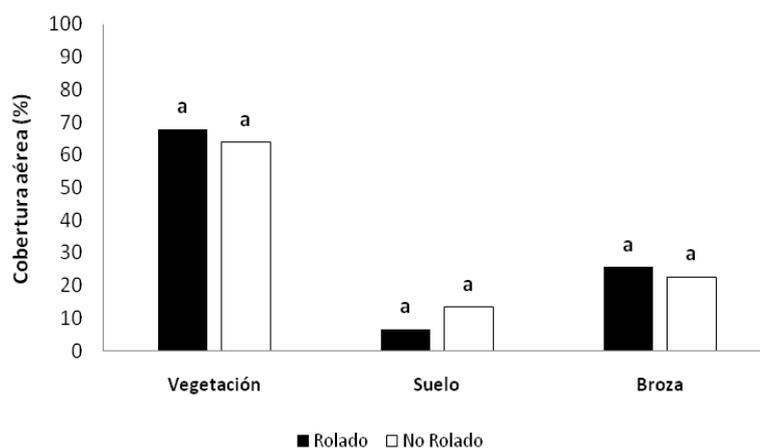


Figura 12. Cobertura aérea (%) de vegetación, suelo y broza en áreas: No Rolada y Rolada, en sectores soleados. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

Sectores sombreados:

En sectores con cobertura arbustiva-arbórea (sombreados) la cobertura de vegetación del área No Rolada fue menor ($p < 0,05$) que la del área Rolada. El porcentaje de suelo fue menor ($p < 0,05$) en el área Rolada. La cobertura de broza no se diferenció ($p > 0,05$) entre R y NR (Fig. 13).

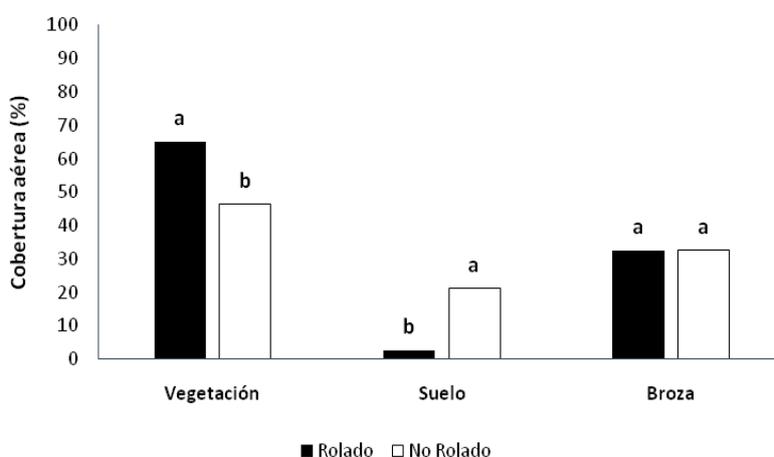


Figura 13. Cobertura aérea (%) de vegetación, suelo y broza en áreas: No Rolada y Rolada, en sectores sombreados. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

Cobertura de especies forrajeras y no forrajeras en sectores de sol y sombra:

Sectores soleados:

En estos sectores, hubo diferencias ($p < 0,05$) en la cobertura aérea de especies forrajeras (F) entre R y NR. La cobertura de especies no forrajeras (NF) no se diferenció significativamente entre el tratamiento de rolado y el testigo (Fig. 14).

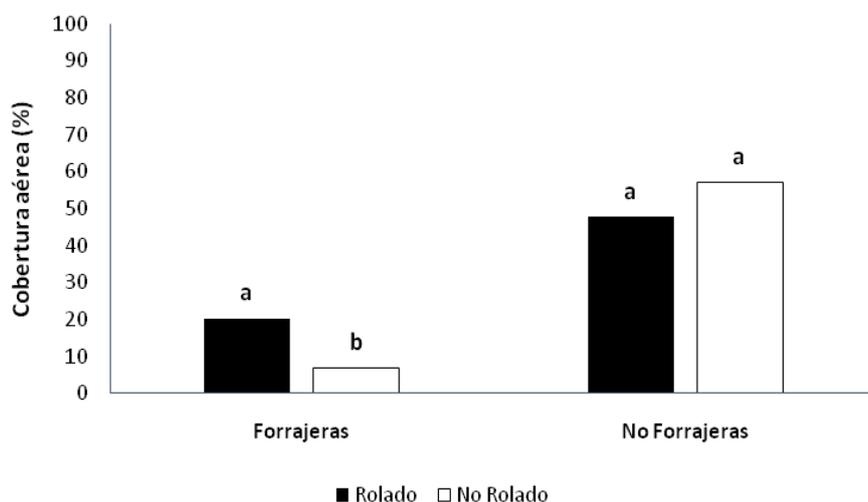


Figura 14. Cobertura aérea (%) de especies forrajeras y no forrajeras en áreas Rolada y No Rolada, en sectores soleados. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

Sectores sombreados:

En los sectores sombreados, el porcentaje de cobertura de F no presentó diferencias ($p > 0,05$) entre R y NR. En cambio, la cobertura aérea de especies NF sí presentó diferencias ($p < 0,05$), siendo en R mayor que en NR (Fig. 15).

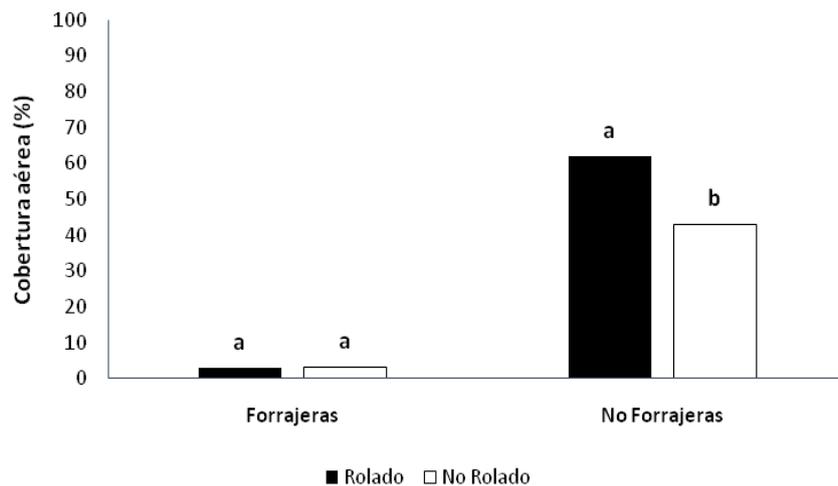


Figura 15. Cobertura aérea (%) de especies forrajeras y no forrajeras en las áreas No rolada y Rolada, en sectores sombreados. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

Cobertura de las principales especies en sectores de sol y sombra:

Sectores soleados:

La mayor proporción de las principales especies presentes en sectores de sol, no presentó diferencias significativas entre áreas Rolada y No Rolada (tabla 2). Las únicas especies que presentaron diferencias ($p > 0,05$) entre R y NR fueron *Carduus nutans*, *Poa ligularis* y *Austrobrickellia patens* (tabla 2).

Sectores sombreados:

La mayor proporción de las principales especies presentes en sectores de sombra (tabla 3), no presentó diferencias significativas entre Rolado y No Rolado. Sólo se encontraron diferencias significativas en *Carduus nutans*, *Jarava ichu* y *Baccharis gilliesi*.

Tabla 2. Cobertura aérea (%) de las principales especies en sectores soleados. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las áreas Rolada y No Rolada.

Especies	Sol	
	Rolado	No Rolado
<i>Austrobrickellia patens</i>	1,88 a	0,19 b
<i>Baccharis crispa</i>	6,50 a	0,19 a
<i>Baccharis gilliesii</i>	7,00 a	13,75 a
<i>Baccharis ulicina</i>	0,94 a	3,25 a
<i>Bromus catharticus</i>	2,31 a	1,88 a
<i>Carduus nutans</i>	20,44 a	0,75 b
<i>Chenopodium album</i>	1,00 a	1,38 a
<i>Conyza bonariensis</i>	0,69 a	1,00 a
<i>Digitaria californica</i>	0,81 a	0,94 a
<i>Gaillardia megapota mica</i>	0,81 a	2,19 a
<i>Jarava ichu</i>	6,56 a	2,94 a
<i>Nassella tenuissima</i>	5,63 a	8,44 a
<i>Piptochaetium napostaense</i>	6,00 a	3,63 a
<i>Poa ligularis</i>	0,01 b	14,31 a
<i>Neltuma caldenia (rebrote)</i>	0,88 a	0,63 a

Tabla 3. Cobertura aérea (%) de principales especies en sectores sombreados. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre áreas Rolada y No Rolada.

Especies	Sombra	
	Rolado	No Rolado
<i>Austrobrickellia patens</i>	3,06 a	3,19 a
<i>Baccharis crispa</i>	4,25 a	0,63 a
<i>Baccharis gilliesii</i>	1,25 b	7,69 a
<i>Baccharis ulicina</i>	0,25 a	1,75 a
<i>Bromus catharticus</i>	1,44 a	4,38 a
<i>Carduus nutans</i>	21,81 a	1,56 b
<i>Chenopodium album</i>	3,25 a	1,44 a
<i>Conyza bonariensis</i>	2,13 a	0,63 a
<i>Euphorbia serpens</i>	0,13 a	0,06 a
<i>Jarava ichu</i>	4,88 b	34,88 a

- *Banco de semilla del suelo*

Densidad de las especies que componen el banco de semillas en sectores de sol y sombra:

Sectores soleados:

En los sectores de sol se encontraron presentes 17 especies, y sólo presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las áreas Rolada y No Rolada, *Carduus nutans*, *Bromus catharticus* y *Nassella tenuissima*. Entre las especies que no presentaron diferencias ($p > 0,05$) se pueden destacar *Medicago minima*, *Phalaris angusta*, *Plantago patagonica*, *Setaria leucopila* y *Piptochaetium napostaense*. Además se encontraron en muy baja densidad *Setaria leucopila* y *Plantago patagonica* en el área No Rolada (tabla 4).

Tabla 4. Densidad del banco de semillas del suelo (Nº de semilla/m²) y tipo de banco según su persistencia por Thompson y Grime (1979), en sectores soleados. Letras distintas indican presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las áreas Rolada y No Rolada.

Especies	Sol		Tipo de banco (*)
	Rolado	No Rolado	
<i>Baccharis crista</i>	-	16,2	-
<i>Bromus catharticus</i>	893,6 b	3883,4 a	2 (4)
<i>Carduus nutans</i>	32,4 b	373,7 a	4 (2)
<i>Centaurea solstitialis</i>	-	-	4 (2)
<i>Conyza bonariensis</i>	146,2	-	2 (1)
<i>Daucus pusillus</i>	32,5 a	455,0 a	2 (5)
<i>Hypochaeris pampasica</i>	-	-	-
<i>Jarava ichu</i>	-	32,5	2 (5)
<i>Medicago minima</i>	714,9 a	487,4 a	4 (6)
<i>Nassella tenuissima</i>	292,4 a	64,9 b	3 (4)
<i>Nassella trichotoma</i>	146,2	-	3 (4)
<i>Phalaris angusta</i>	211,2 a	178,7 a	-
<i>Piptochaetium napostaense</i>	16,2 b	1088,6 a	3 (3,4)
<i>Plantago patagonica</i>	373,7 a	16,2 a	-
<i>Poa ligularis</i>	292,5	-	3 (4)
<i>Setaria leucopila</i>	162,4 a	16,2 a	-
<i>Visnaga daucoides</i>	81,2	-	3 (1)

*Persistencia a partir de: (1) Ferri *et al.*, (2009); (2) Fuentes *et al.*, (2014); (3) Mayor (1996); (4) Morici (2006); (5) Márquez *et al.*, (2002); (6) Mayor *et al.*, (1999).

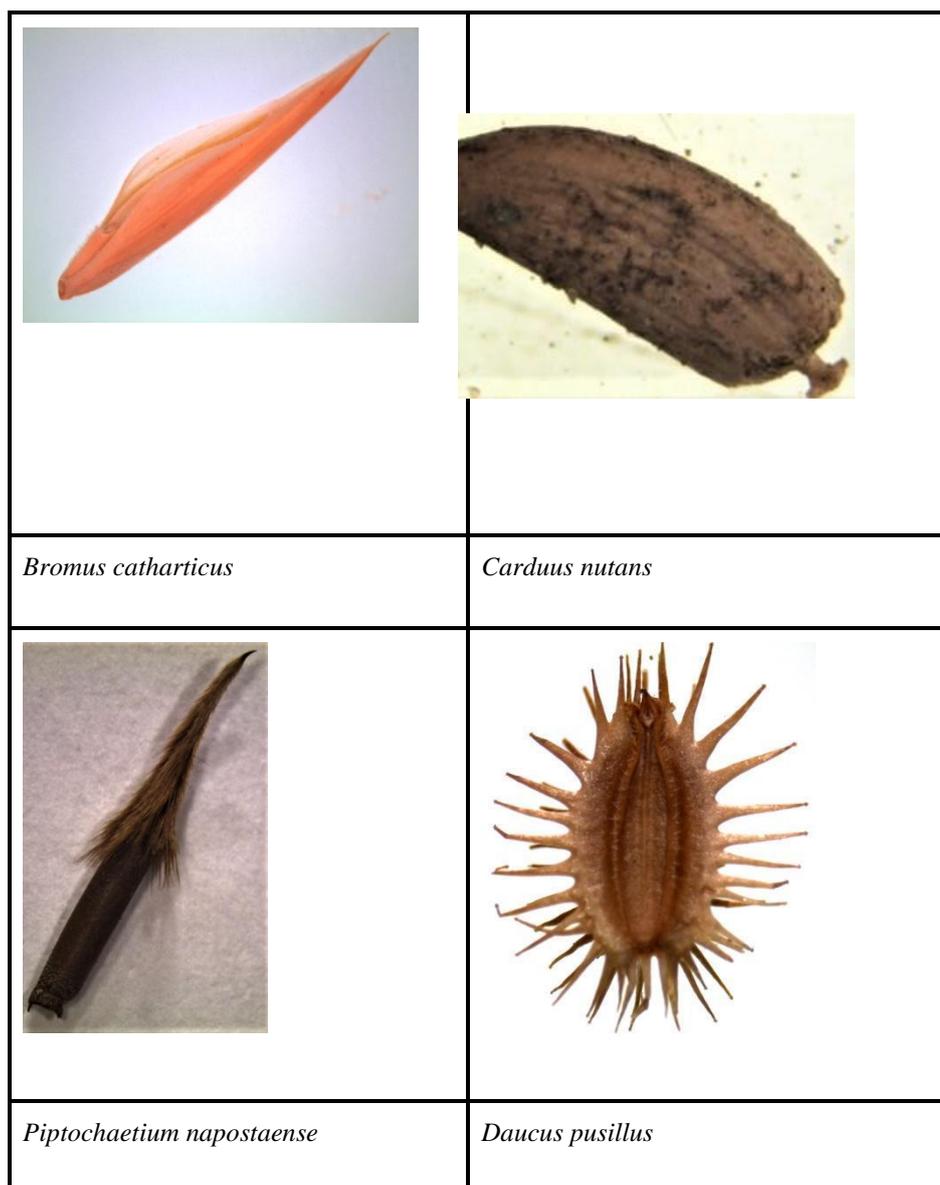


Figura 16. Imágenes de semillas de *Bromus catharticus*, *Carduus nutans*, *Piptochaetium napostaense* y de *Daucus pusillus* de las muestras del banco de semillas del suelo, y que fueron analizadas mediante lupa binocular.

Sectores sombreados:

La mayor proporción de las especies presentes en sectores de sombra, no presentaron diferencias significativas entre R y NR, entre las principales especies encontradas se destacan *Bromus catharticus*, *Nassella tenuissima*, *Nassella trichotoma*, *Phalaris angusta* y

Piptochaetium napostaense. Sólo presentó diferencia ($p < 0,05$) *Carduus nutans*, siendo mayor su densidad en NR (tabla 5).

Tabla 5. Densidad del banco de semillas del suelo (N° de semilla/m²) y tipo de banco según su persistencia por Thompson y Grime (1979), en sectores sombreados. Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las áreas Rolada y No Rolada.

Especies	Sombra		
	Rolado	No Rolado	Tipo de banco (*)
<i>Baccharis crispa</i>	65	-	-
<i>Bromus catharticus</i>	1511,1 a	1576,1 a	2 (4)
<i>Carduus nutans</i>	32,5 b	276,2 a	4 (2)
<i>Centaurea solstitialis</i>	178,7 a	65,1 a	4 (2)
<i>Conyza bonariensis</i>	666,2 a	666,2 a	2 (1)
<i>Daucus pusillus</i>	325,1 a	162,5 a	2 (5)
<i>Hypochaeris pampasica</i>	113,7 a	325,2 a	-
<i>Jarava ichu</i>	357,5 a	714,9 a	2 (5)
<i>Medicago minima</i>	243,7 a	487,5 a	4 (6)
<i>Nassella tenuissima</i>	48,7 a	828,7 a	3 (4)
<i>Nassella trichotoma</i>	113,7 a	162,5 a	3 (4)
<i>Phalaris angusta</i>	162,5 a	-	-
<i>Piptochaetium napostaense</i>	97,5 a	113,74 a	3 (3,4)
<i>Plantago patagonica</i>	48,7 a	0	-
<i>Poa ligularis</i>	-	-	3 (4)
<i>Setaria leucopila</i>	-	65	-
<i>Visnaga daucooides</i>	-	-	3 (1)

*Persistencia a partir de: (1) Ferri *et al.*, (2009); (2) Fuentes *et al.*, (2014); (3) Mayor (1996); (4) Morici (2006); (5) Márquez *et al.*, (2002); (6) Mayor *et al.*, (1999).

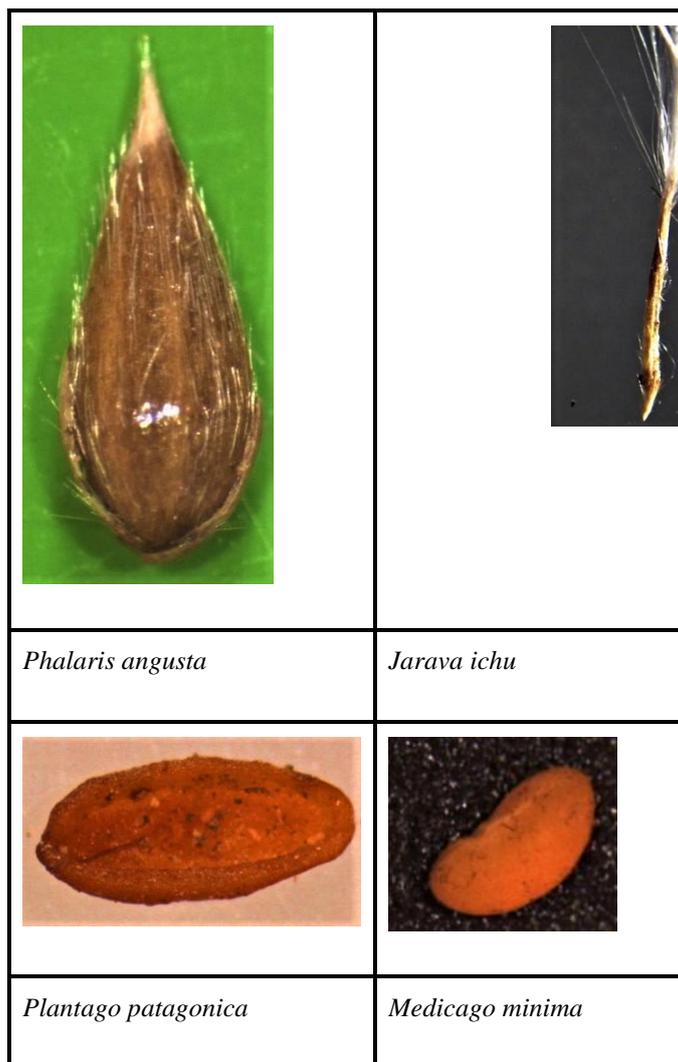


Figura 17. Imágenes tomadas desde las muestras de banco de semillas del suelo, analizadas mediante lupa binocular.

Densidad de semillas de especies forrajeras y no forrajeras:

Sectores soleados:

En los sectores de sol, hubo diferencias ($p < 0,05$) entre las áreas No Rolada y Rolada, para la densidad de semillas de especies forrajeras (5475,8 en NR y 2291,0 en R), mientras que las especies no forrajeras no presentaron diferencias (1137,4 en NR y 1153,6 en R) (Fig.18).

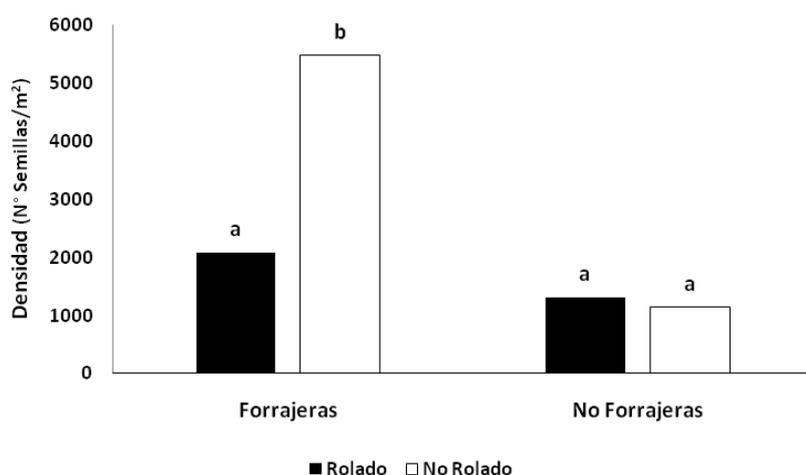


Figura 18. Densidad de semillas (N° de semillas/m²) de especies forrajeras y no forrajeras en las áreas No Rolada y Rolada, en sectores soleados. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

Sectores sombreados:

Los sectores de sombra, no presentaron diferencias significativas entre las R y NR para la densidad de semillas de especies forrajeras (2177,3 en NR y 1884,8 en R) y no forrajeras (3314,7 en NR y 2079,8 en R) (Fig. 19).

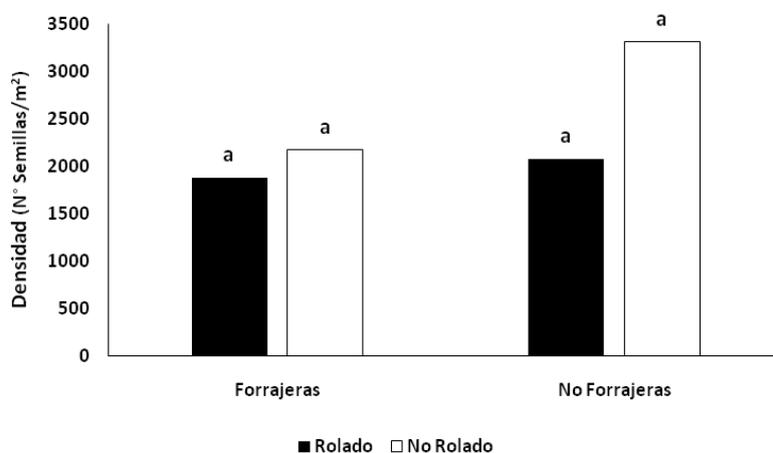


Figura 19. Densidad de semillas (N° de semillas/m²) de especies forrajeras y no forrajeras en áreas: No rolada y Rolada, en sectores sombreados. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

Densidad de semillas de las especies más importantes

Sectores soleados:

En los sectores de sol, hubo diferencias ($p < 0,05$) entre las áreas Rolada y No Rolada, para la densidad de semillas de especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF) siendo esta diferencia marcada en *Bromus catharticus*, *Carduus nutans* y *Nassella tenuissima*. En el caso de *Piptochaetium napostaense* no se observaron diferencias significativas a pesar que la presencia de semillas es mayor en el área No Rolada (Fig. 20).

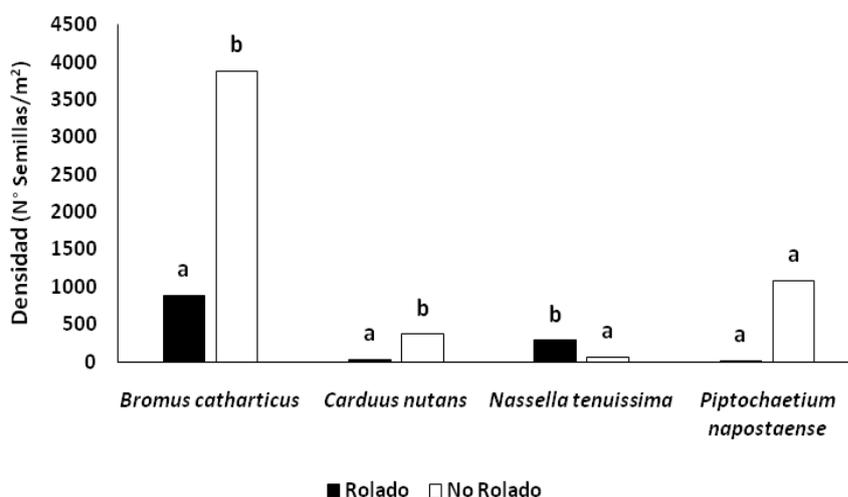


Figura 20. Densidad de semillas (N° de semillas/m²) de las especies más importantes que componen el banco de semillas de suelo en los sectores soleados en las áreas No rolada y Rolada. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

Sectores sombreados:

En los sectores sombreados hubo diferencias ($p < 0,05$) entre las áreas Rolada y No Rolada, para la densidad de semillas de especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF) siendo esta diferencia marcada en *Carduus nutans* (Fig. 21).

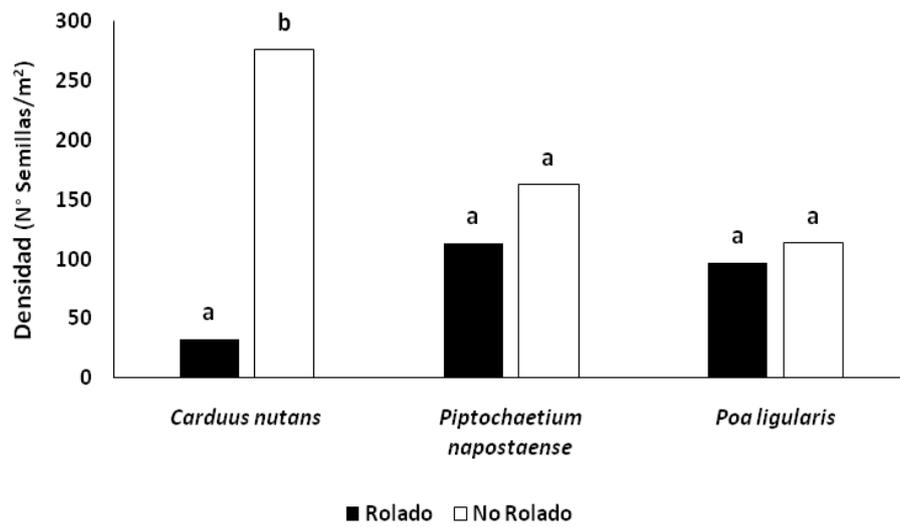


Figura 21. Densidad de semillas (N° de semillas/m²) de las especies más importantes que componen el banco de semillas de suelo de los sectores soleados, en las áreas No rolada y Rolada. Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$) entre las áreas.

DISCUSIÓN

Los ecosistemas de regiones áridas y semiáridas son utilizados como áreas de pastoreo (Ayoub, 1998), los mismos se caracterizan por la distribución de la vegetación en parches (Sala y Aguiar, 1995; Bisigato, 2000, Morici *et al.*, 2009). El pastizal del bosque de caldén (*Neltuma caldenia*) no escapa a esta distribución de la vegetación, este arreglo espacial sería el resultado del establecimiento en la cercanía de las plantas adultas de nuevos individuos, donde se produce la concentración de semillas, agua y nutrientes, además la presencia de un microclima beneficioso que permitiría el establecimiento de nuevas plántulas (Belsky *et al.*, 1989; Montaña, 1992; Aguiar y Sala, 1994; Callaway, 1995; Collet *et al.*, 1998), como así también del pastoreo (Bisigato, 2000; Morici *et al.*, 2003).

El pastoreo por ganado doméstico y los incendios han contribuido al deterioro de estos ecosistemas, que en la actualidad presentan una fuerte invasión de leñosas y pajonal, por esta razón una técnica propuesta para mejorar estos sistemas ha sido el rolado selectivo que aplasta y fragmenta la vegetación leñosa e incrementa el área de pastizales (Morici *et al.*, 2018). Según diversos autores luego del rolado, existe un corto período de tiempo en el cual el pastizal puede ser aprovechado en la producción ganadera (Rollhauser y Uhaldegaray, 2015; Pérez Payeras y Parodi, 2018). Esta práctica no asegura una mejora en la calidad del pastizal, ya que esto depende del banco semillas (Suárez *et al.*, 2018). Sin embargo, el principal inconveniente que tendría esta práctica es que los árboles de *Neltuma caldenia* una vez cortados rebrotan a partir de las yemas que se encuentran en la base de los tallos provocando que el sistema se cierre o lignifique nuevamente. Por el incremento de rebrotes se produciría una disminución de la accesibilidad de tránsito en el área ya que los mismos presentan espinas que hace que el ganado no transite las mismas. Para el caso en estudio, se

observa un incremento en la cobertura a causa de los rebrotes lo que estaría indicando que es necesario realizar nuevamente un tratamiento mecánico o quema prescripta.

El rolado selectivo es una práctica que se utiliza en varias áreas de nuestro país, en el norte de la provincia de San Luis se utiliza en la región fitogeográfica del Bosque de quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco* Griseb.) y algarrobo (*Neltuma flexuosa* DC.), en esta región se evaluó la diversidad y no se encontraron diferencias entre áreas roladas y no roladas de acuerdo con los datos de Blanco *et al.*, 2005; Bogino y Bravo, 2014; en nuestro trabajo se encontraron diferencias solo en las áreas Roladas. Esto se podría deber a la relajación competitiva que se genera por el rolado que produce remoción del suelo y a la activación del banco de semillas al pasar el implemento que persiste luego de seis años de la labor mecánica. Ernst *et al.*, (2017) también encontraron diferencias al año del rolado selectivo en la misma área lo que permitiría aseverar que este parámetro persiste en el tiempo.

Luego de 6 años de realizado el rolado de baja intensidad no se observan diferencias en los parámetros cobertura de vegetación, suelo y broza en los dos sectores evaluados como son sol y sombra, lo mismo fue observado para el parámetro broza en un área rolada de transición bosque monte (Adema *et al.*, 2004).

La cobertura de las especies forrajeras en los sectores soleados fue superior en las áreas Roladas comparada con las No Rolada destacándose el incremento de *Poa ligularis*, mientras que no se observó un aumento de *Piptochaetium napostaense*. Las especies no forrajeras en conjunto no presentaron diferencias, sin embargo, *Carduus nutans* especie no forrajera exótica si presentó encontrándose su máximo en las áreas Roladas, este incremento se puede deber a una relajación de la competencia ya que el rolado puede producir espacios con mayores niveles de luz y humedad, lo que en líneas generales beneficia la implantación de especies exóticas (Suárez *et al.*, 2022a y b), también este tipo de especie se asocia a los

disturbios por su estrategia R. En áreas Roladas del sur de la provincia de Buenos Aires también se observó un incremento de especies forrajeras luego de un roladas (Peláez *et al.*, 2019).

En los sectores sombreados No Rolados se observó una mayor cobertura de *Baccharis gilliesii* y *Jarava ichu*, esta última es una especie que se caracteriza por encontrarse principalmente en áreas sombreadas (Estelrich *et al.*, 2022).

En lo que respecta al BSS en los sectores de sol se encontraron 8 especies. La especie forrajera *Piptochaetium napostaense* presentó su mínimo en las áreas roladas, esto se podría deber a que las plantas pastoreadas en estas zonas podrían estar produciendo una menor cantidad de semilla por ser consumidos los puntos de crecimiento (Privitello *et al.*, 2000; Martín, 2014; Martín *et al.*, 2018). En las zonas con presencia de leñosas la presión de pastoreo sería menor por la falta de accesibilidad, y esto permitiría una mayor densidad de semillas. Los datos obtenidos difieren de los encontrados por Ernst *et al.*, (2017), que encontraron una mayor densidad en las áreas Roladas y abiertas, estos autores trabajaron en la misma área pero un año después del rolado, y en el presente caso, ya habían transcurrido seis años del rolado, esto podría estar indicando que la entrada de semillas al banco es menor en las áreas abiertas ya que en las mismas el pastoreo es más intenso, por lo que la producción de semillas es menor (Martín, 2014; Martín *et al.*, 2018).

Nassella tenuissima presentó su mayor densidad en las áreas no roladas siendo una especie que se encuentra en zonas abiertas principalmente (Morici, 2006; Morici *et al.*, 2009). *Bromus catharticus* y *Carduus nutans* se encontraron presentes con mayor densidad de semillas en las áreas No Roladas. La primera de ellas domina generalmente los pastizales de áreas sombreadas (Morici *et al.*, 2022).

En las áreas No Roladas a la sombra se encontraron presentes 13 especies, diferenciándose, *Carduus nutans* (exótica no forrajera). Cabe destacar que *Phalaris angusta* presentó su máxima densidad en los parches de sombra no rolados, sin embargo no presentó diferencias significativas ya que su distribución en el banco es por parches y nuestros resultados concuerdan con los de Suárez *et al.* (2022). Esta especie tóxica se encuentra en mayor densidad en caldenales disturbados donde existiría una mayor densidad de semillas en estas áreas.

Cuando se compara el banco de semillas de forrajeras y no forrajeras, luego de seis años del rolado, en los sectores soleados encontramos una mayor densidad de *Carduus nutans*, que es una especie no forrajera y anual. Estos datos difieren de los encontrados por Ernst *et al.*, (2014) al año del tratamiento de rolado, donde dominaba *Nassella tenuissima* gramínea perenne no forrajera. Es decir que las malezas anuales comienzan a dominar el banco de semilla, estos datos concuerdan con los reportados por Suárez *et al.*, (2022) para áreas del caldenal pampeano.

CONSIDERACIONES FINALES

El rolado selectivo, al no ser una técnica de manejo que produzca la muerte de *Neltuma caldenia*, es una práctica que se deberá repetir al cabo de algunos años, con el fin de evitar la generación de rebrotes y que el sistema se cierre e impida el desplazamiento de los animales. Si se quiere evitar el uso de esta herramienta nuevamente, se deberá pensar en alguna otra técnica mecánica o quema prescripta que elimine los rebrotes o retarde su crecimiento. El uso de topadora con rastrillo sería una técnica a considerar ya que la misma extraería las plantas rebrotadas de raíz.

En líneas generales diversos investigadores consideran que el efecto del rolado selectivo sobre el banco de semillas depende de la especie considerada, del parche de vegetación donde se encuentra y del manejo del pastizal que se realice posteriormente, sin embargo, como aporte de esta investigación podemos decir que el tiempo transcurrido desde la implementación de la técnica también tendrá un efecto sobre el banco de semilla.

BIBLIOGRAFÍA

- Adema, E. O. 2006. Recuperación de pastizales mediante rolado en el Caldenal y en el Monte Occidental. Publ.Técnica N° 65. Ed. INTA Anguil. 52 pp
- Adema, E. O. 2011. Recuperación de pastizales mediante rolado en el caldenal y el monte occidental. EEA ANGUIL Ing Agr. Guillermo Covas. Publ. Tec N° 65. p 3.
- Adema, E. O., Buschiazzo, D. E., Babinec, F. J., Rucci, T. y Gomez Hermida, V.F. 2003. Balance de agua y productividad de un pastizal rolado en Chacharramendi, La Pampa. EEA ANGUIL Ing Agr. Guillermo Covas. Publ. Tec N°50. p 20 .
- Álvarez Redondo, M. y López, G.E. 2022. Capítulo 2: Inventario forestal del Establecimiento Bajo Verde. 39-54. En: El bosque de caldén: un abordaje multidisciplinario para su manejo y conservación. 243 pag. Compiladores/editores: Héctor Daniel Estelrich y Carla Etel Suárez. ISBN 978-950-863-445-0.
- Bakker, J.P., Bakker, E.S., Rosen, E., Vergueij, G.L., Bekker, R.M. 1996. Soil seed bank composition along a gradient from dry alvar grassland to *Juniperus* shrubland. *Journal of Vegetation Science* 7: 165-176.
- Bertiller, M.B. 1992. Seasonal variation in the seed bank of a Patagonian grassland in relation to grazing and topography. *Journal of Vegetation Science* 3: 47-54.
- Bertiller, M.B. 1996. Grazing effects on sustainable semiarid rangeland in Patagonia: the state and dynamics of the soil seed bank. *Environ. Manage.* 20: 123-132.
- Benech-Arnold, R.L., Batlla, D., Guglielmini, A.C. y Kruk, B.C. 2014. Ecología de malezas II: la reanudación del crecimiento y el aumento del área. En: Malezas e invasoras de la Argentina. (Fernández, O.A., Leguizamón, E.S. y Acciaresi Eds, H.A.). Editorial de la Universidad Nacional del Sur y Red de Editoriales de Universidades Nacionales. pp. 139-169.

- Blanco, L.; Ferrando, C.; Biurrún, F.; Oriente, L.; Namur, P.; Recalde, D. y Berone, G. 2005. Vegetation Responses to Roller Chopping and Buffelgrass Seeding in Argentina. *Rangeland Ecology and Management* 58(3):219-224.
- 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* Vol. 22(1,2): 79-87
- Bontti, E.E., Bóo, R.M., Lindström, L.I. y Elía, O.R. 1999. Botanical composition of cattle and vizcacha diets in central Argentina. *J. Range Manage.* 52: 370–377.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II, Fasc. 2. Acme. Bs. As. Argentina, pp. 90.
- Cano, E.; Fernández, B., y Montes, M. 1980. La Vegetación de la Provincia de La Pampa y Carta de Vegetación 1:500000. In: *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa*. INTA- Provincia de La Pampa- Facultad de Agronomía. 493 pp.
- Cerqueira, E.D., Sáenz, A.M. y Rabotnikof, C.M. 2004. Seasonal nutritive value of native grasses of Argentine Caldén Forest Range. *J. Arid Environ.* 59: 645–656.
- Cerqueira, E.D., Sáenz, A.M., Rabotnikof, C.M., Fernández, B. y Chirino, C. 2000. Dietas de vacunos en pastoreo sobre dos condiciones del bosque de caldén. *Actas de la XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (Versión CD alpa\Trabajos\Nutrición\NR 35.htm)* Montevideo, Uruguay.
- Chaneton, E.J., Perelman, S.B., Omacini, M. y Leon, R.J.C. 2002. Grazing, environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate pampa grasslands. *Biol. Inv.* 4: 7-24.
- Conover, W.J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley y Sons, Inc.

- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M. y Robledo, C.W. 2020. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. <http://www.infostat.com.ar>
- Distel, R.A., y Boó, R.M. 1995. Vegetation states and transitions in temperate semiarid rangelands of Argentina. Fifth International Rangeland Congress (Salt Lake City, Utah, July 1995). pp: 118–119.
- Ernst R.D. y Morici, E.F.A. 2013. Banco de semillas germinable de gramíneas del Caldenal diferencias pre y post diseminación. Revista de la Facultad de Agronomía. 2013; vol.22 Supl.2 Tomo 1.p. 39-44.
- Ernst, R. D. 2014. Efecto de la quema controlada sobre la vegetación y el banco de semillas de gramíneas en la Región del Caldenal, provincia de La Pampa. Tesis de posgrado Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (LP)
- Ernst, R.D., Vásquez, R., Estelrich, D, y Morici, E. 2017. Banco de semillas de gramíneas en fachinales intervenidos mediante rolado selectivo.Semiárida: Revista de la Facultad de Agronomía. 2017; vol.27 no.1.p. 27-39.
- Ernst, R.D., Vásquez, R., Estelrich, D, y Morici, E. 2018. Banco de semillas germinable de especies del pastizal en un área de renoval de Prosopis caldenia sometido a rolado selectivo.
- Estell, R.E., Havstad, K.M., Cibils, A.F., Fredrickson, E.L., Anderson, D.M., Schrader, T.S. y James, D.K. 2012. Increasing shrub use by livestock in a world with less grass. Range. Ecol. Manage. 65: 553–562.

- Ferri, R., Ceballos, M., Vischi, N., Heredia, E. y Oggero, A. 2009. Banco de semillas de un relicto de Espinal (Córdoba, Argentina). *Iheringia, Série Botánica de Porto Alegre*, 64(1), 93-100.
- Fuentes, N., Sánchez, P., Pauchard, A., Urrutia, J., Cavieres, L. y Marticorena, A. 2014. *Plantas Invasoras del Centro-Sur de Chile: Una Guía de Campo*. Laboratorio de Invasiones Biológicas (LIB).
- Grime, J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons, New York, New York. 222 pp.
- Harper, J.L. 1990. *Population Biology of Plants*, Academic Press, London, 892 pp.
- Hodgkinson, K.C. 1992. Elements of grazing strategies for perennial grass management in Rangelands. In: Chapman, G. P. (ed). *Desertified Grasslands: their Biology and Management (Linnean Society Symposium Series No 13)*. London. Academic Press. pp: 77-94.
- Kinukan, R.J. y Smeins, F.E. 1992. Soil seed bank of the semiarid Texas grassland under 3 long-term (36-years) grazing regimes. *American Midland Naturalist* 128: 11-21.
- Kruskal, W.H. y Wallis, W.A. 1952. Use of ranks on one-criterion variance analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47, 583-621.
- Kunst, C., Ledesma, R. y Navall, M. 2008. *Rolado Selectivo de Baja Intensidad*. Ed. Inta. EEA Santiago del Estero. 139 p
- Kunst, C., Ledesma, R., Basan Nickish, M., Angella, G., Prieto, D. y Godoy, J. 2003. Rolado de 'fachinales' e infiltración de agua en suelo en el Chaco Occidental (Argentina). *RIA* 32 (3): 105-126.

- Llorens, E.M. 1995. Viewpoint: the state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's caldén forest. *J. Range Manage.* 48: 442–447.
- Llorens, E.M. y Frank, E.O. 1999. Aspectos ecológicos del estrato herbáceo del caldenal y estrategias para su manejo. AACREA, Sub. de Asuntos Agrarios–Provincia de La Pampa, E.E.A. INTA, Anguil. 81 p.
- Martín, R.M. 2014. El Banco de semillas de gramíneas a diferentes presiones de pastoreo en relación la distancia a la aguada, en un pastizal de la Provincia de La Pampa, Argentina. Tesina de grado Fac. Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (LP).
- Martín M., Morici, E.F.A. y Petruzzi, H. 2018. Efecto del tiempo de pastoreo sobre el banco de semillas y los parámetros estructurales de *Piptochaetium napostaense*. *Semiárida*, Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam. 28 (2). 9-15; ISSN 24084077
- Marquez, S., Funes, G., Cabildo, M., Pucheta, E. 2002. Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina.
- Mayor, M.D. 1996. Banco de semillas de un pastizal-arbustal natural del sudeste de La Pampa, su variación estacional y la relación con la vegetación existente (Tesis de magister). UNS. Argentina.
- Mayor, M.D., Bóo, R.M., Peláez, D.V. y Elia, O.R. 1999. Soil seed bankvariation with depth in the province of La Pampa, Argentina. *Phyton*, 64, 141-148.
- McDonald, A., Bakker, J.P., Vegelin, K. 1996. Seed bank classification and its importance for the restoration of species-rich flood-meadows. *Journal of Vegetation Science* 7: 157-164.

- Milberg, P. 1995. Soil seed bank after eighteen years succession from grassland to forest. *Oikos* 72: 3-13.
- Milchunas, D.G., Sala, O.E. y Lauenroth, W.K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *Am. Nat.*, 132: 87-106.
- Mora, S. y Rosales, I. 2012. El rolado en Mendoza. Edición INTA. ISBN 978-987-679-126-7.
- Morici, E.F.A. 2006. Efecto de la estructura del pastizal sobre el banco de semillas de gramíneas en el bosque de caldén (*Prosopis caldenia*) de la Provincia de La Pampa (Arg.). Tesis doctoral defendida el 25/09/2006, Córdoba (España).
- Morici, E.F.A., Estelrich, H.D., Suárez, C.E. y Ernst, R.D. 2022. Capítulo 6: Rolado Selectivo de Baja Intensidad en Áreas de Bosque con Renoval-Arbustal y Fachinales. 86-96. En: El bosque de caldén: un abordaje multidisciplinario para su manejo y conservación. 243 pag. Compiladores/editores: Héctor Daniel Estelrich y Carla Etel Suárez. ISBN 978-950-863-445-0.
- Morici, E.F.A., Ernst, R.D., Suárez, C.E., Estelrich, H.D., Sawczuk, N. 2022. Capítulo 9: El Banco de Semillas del Caldenal. 124-140. En: El bosque de caldén: un abordaje multidisciplinario para su manejo y conservación. 243 pag. Compiladores/editores: Héctor Daniel Estelrich y Carla Etel Suárez. ISBN 978-950-863-445-0.
- Nazaruk, K.A. 2019. Efecto del raleo selectivo manual sobre variables forestales en un bosque de *Prosopis caldenia* del establecimiento bajo verde, La Pampa, Argentina. Tesina de grado Fac. Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (LP).

- Noy-Meir, I. 1990. Responses of two semiarid rangeland communities to protection from grazing. *Israel J. Bot.* 39: 431-442.
- O'Connor, T.G. 1991. Local extinction in perennial grasslands: a life-history approach. *American Naturalist* 137: 753-773.
- Olf H. y Ritchie, M.E. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *TREE*, 13: 261-265.
- Ortega, M., Levassor, C. y Peco, B. 1997. Seasonal dynamics of Mediterranean pasture seed banks along environmental gradients. *Journal of Biogeography* 24: 177-95.
- Oosterheld, M. y Sala, O.E. 1990. Effects of grazing on seedling establishment: the role of seed and safe-site availability. *Journal of Vegetation Science* 1: 353- 358.
- Peco, B., Ortega, M. y Levassor, C. 1998. Similarity between seed bank and vegetation in Mediterranean grassland: a predictive model. *Journal of Vegetation Science* 9: 815-828.
- Pelaez, D., Boo, R.M., Elia, O.R., y Mayor, M.D. 1992. Interacciones competitivas entre *Piptochaetium napostaense* (Speg) Hachel. y *Stipa tenuis* Phil. con plántulas de *Prosopis caldenia* Burk. *Revista Argentina de Producción Animal* 12: 253–258.
- Pérez Payeras, M. y Parodi, N. 2019. Dinámica de la vegetación en áreas de fachinal sometidas a distintas intervenciones (rolado, quema, raleos y herbicidas) (Tesis de grado). Facultad de Agronomía, UNLPam. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- Rabotnikof, C., Sáenz, A., Del Greco, D. y Cerqueira, E. 2000. Valor nutritivo de *Poa ligularis* Ness ex Steudel en el bosque de caldén. *Revista Argentina de Producción Animal* 20: 238–239.

- Rollhauser, M. y Uhaldegaray, 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 (Tesis de grado). Facultad de Agronomía UNLPam. Santa Rosa, La Pampa, Argentina.
- Rusch G.M. y Oesterheld, M.. 1997. Relationship between productivity, and species and functional groups diversity in grazed and non-grazed Pampas grasslands. *Oikos*, 78: 519-526.
- Sáenz, A., Rabotnikof, C.M., y Cerqueira, E.D. 2000. Caracterización proteica de la oferta forrajera de dos condiciones del pastizal del caldenal. Actas de la XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (Versión CD: alpa\TRABAJOS\NUTRICIÓN\NR 36.htm) Montevideo, Uruguay. 2000.
- Sala O.E., Oesterheld, M., Leon, R.J.C. y Soriano, A. 1986. Grazing effects upon plant community structure in sub humid grasslands of Argentina. *Vegetation*, 67: 27-32.
- Sawczuk, N. 2009. Evaluación del efecto del tiempo de permanencia de las temperaturas máximas de quema sobre propiedades físicas y químicas de un Haplustol éntico de la Región Central del Caldenal. Tesina de grado Fac. Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (LP).
- Sawczuk, N. 2018. La interacción planta-animal y su influencia sobre algunos parámetros de degradación en un pastizal del distrito del caldén. Tesis doctoral defendida el 23/10/2018, Bahía Blanca.
- Suárez, C.E., Estelrich, H.D., Morici, E.F.A., Ernst, R.D., Sawczuk, N., Pérez Payeras, M. y Parodi, N. 2018. Evaluación de la vegetación en renovales de *Prosopis caldenia* intervenidos con distintas técnicas de manejo. En V. Rusch, G. Caballé, S.

- Varela y J. P. Diez (Eds.), Actas IV Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles (pp. 294-305). Ediciones INTA.
- Suárez C.E., Estelrich, H.D., Morici, E.F.A. y Ernst, R.D. 2022. Intervenciones para rehabilitar sistemas silvopastoriles degradados: Una oportunidad para las especies vegetales exóticas. *Ecología Austral*. 32: 1106-1119.
 - Suárez C.E., Estelrich, H.D., Morici, E.F.A. y Ernst, R.D. 2022b. Capítulo 10: Flora Arvense en Sistemas Naturales Intervenidos. 141-152. En: *El bosque de caldén: un abordaje multidisciplinario para su manejo y conservación*. 243 pag. Compiladores/editores: Héctor Daniel Estelrich y Carla Etel Suárez. ISBN 978-950-863-445-0.
 - Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 2006. Estado de Conservación del Distrito Caldén. Primer Inventario Nacional de Bosque Nativos. Inventario de campo de la Región del Espinal, Distrito de Caldén y Ñandubay. Disponible en red:http://www.drn.lapampa.gov.ar/BosquesyPastizales/FloraNativa/inventario_Forestal_del_Espinal.pdf. Consultada el 30 de enero de 2018.
 - Smith, S.E., Mosher, R. y Fendenheim, D. 2000. Seed production in sideoats grama populations with different grazing histories. *J. Range Manage.* 53: 550-555.
 - Stoddart, L.A., Smith. A.D. y Box, T.W. 1975. *Journal Range Management*. Third Edition/Mc Graw-Hill Book. Co. New York
 - Thompson, K. y Grime, J.P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893-921
 - Van Der Valk, A.G. y Pederson, L. 1989. Seed banks and management and restoration of natural vegetation. En: Leck MA, VT Parker & RL Simpson (eds) *Ecology of seed banks*: 329-346. Academic Press, London, Inglaterra.

- Watt, T.A. y Gibson, C.W.D. 1988. The effects of the sheep grazing on seedling establishment and survival in grassland. *Vegetatio* 78: 91-98.
- Zuloaga, F.O., Belgrano, M.J. y Zanotti, C.A. (2019). Actualización del catálogo de las plantas vasculares del cono sur. Apéndice 1. Catálogo de las plantas vasculares del cono sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay). *Darwiniana*, nueva serie 7(2):208-278. <https://doi.org/10.14522/darwiniana.2019.72.861>.