

Efecto del pastoreo sobre las gramíneas perennes *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en relación con la distancia a la aguada.

The effect of cattle grazing on the perennial grasses *Piptochaetium napostaense* and *Poa ligularis* in relation to the water source.

Recibido: 01/11/05 Aceptado: 02/08/06

Morici, E.F.A.^{1,2*}, A.G. Kin², M.B. Mazzola¹, R. Ernst¹ & M.S. Poey

RESUMEN

En el caldenal, el pastoreo en potreros de gran superficie y con una única aguada da lugar a gradientes de vegetación en relación a la fuente de agua. A fin de evaluar si el pastoreo afecta diferencialmente a las gramíneas forrajeras *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis*, en el presente trabajo examinamos la densidad, la cobertura basal, la profundidad de yemas de renuevo y el banco de semillas de las dos especies según la distancia a la aguada. Los resultados mostraron que la cobertura de *P. napostaense* varía al incrementar la distancia a la aguada, mientras que se mantiene similar para *P. ligularis*. La densidad de plantas de *P. napostaense* resultó mayor en el área intermedia. La presión ejercida por el ganado produciría un mayor efecto alrededor de la fuente de agua, donde, el pastoreo y el pisoteo impactarían sobre la densidad de semillas de *P. napostaense*. Por otra parte no fueron hallados propágulos de *P. ligularis*. Las disimilaridades entre las respuestas de las dos especies forrajeras en relación a la distancia a la aguada indicarían diferencias en la respuesta de las mismas con respecto a la presión de pastoreo.

Palabras claves: cobertura, densidad, banco de semillas, distancia a la aguada, gramíneas forrajeras, presión de pastoreo.

¹Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UNLPam - Uruguay 151 - (6300) Santa Rosa - La Pampa.

*E-mail: morici@agro.unlpam.edu.ar

²Facultad de Agronomía - UNLPam - C.C. 300 - (6300) Santa Rosa - La Pampa.

ABSTRACT

In the Caldenal region, livestock grazing occurs mainly in large areas with a single watering point thus favoring the formation of piospheres (gradients of grazing pressure). The objectives of this study were (i) to examine the density, cover, depth of the resprouting buds and the seed bank of *Piptochaetium napostaense* and *Poa ligularis* in relation to the distance to the watering point, and (ii) to investigate if the grazing pressure differentially affected these two perennial bunchgrasses. Results showed that the cover of *P. napostaense* is affected by the distance to the water source whereas no effects were observed in the cover of *P. ligularis*. The density of *P. napostaense* was higher in the area of intermediate grazing pressure. A detrimental effect of cattle grazing and trampling was observed in the proximity to the watering point where the seeds of *P. napostaense* showed the lowest germination values. Nevertheless, no seeds of *P. ligularis* were observed in the collected samples. Overall, it appears that the gradient of grazing pressure produces different responses in the populations of *P. ligularis* and *P. napostaense*.

Key words: plant cover, density, seed bank, piosphere, forage grasses, grazing pressure.

INTRODUCCIÓN

El pastoreo es señalado como uno de los principales factores que producen cambios florísticos en los pastizales naturales (Morici *et al.*, 2003; Bertiller *et al.*, 2004; Bisigato *et al.*, 2005). En la evaluación de distintas poblaciones de especies forrajeras, se ha comprobado que el pastoreo reduce la cobertura (Bisigato & Bertiller, 1997; Mayor *et al.*, 2003; Morici *et al.*, 2003; Bisigato *et al.*, 2005), el área basal (Zhang & Romo, 1994; Thrash, 1998; Sala *et al.*, 1986; Cano *et al.*, 1990b), el vigor, la supervivencia de las plantas y la producción de semillas en estas especies (O'Connor, 1991; Privitello *et al.*, 2000; Smith *et al.*, 2000). Además, la composición del banco de semillas se ve también afectada ya que, usualmente, las áreas pastoreadas presentan un menor

número de semillas de gramíneas perennes en el banco que las áreas no pastoreadas (O'Connor & Pickett, 1992; Bisigato, 2000; Mayor *et al.*, 2003; Morici *et al.*, 2005). Los disturbios continuos provocados por el ganado doméstico producen cambios en el patrón de distribución de la vegetación, el reemplazo y/o desaparición de especies, afectan el crecimiento de plantas individuales, y afectan la dispersión de propágulos y por consiguiente, la estructura y composición del banco de semillas. Por estas razones, el manejo adecuado de la carga animal implica conocer los mecanismos de respuesta de las distintas especies que componen el pastizal, especialmente las de mayor valor forrajero. La presencia de una única fuente de agua en el área de pastoreo crea

gradientes florísticos importantes, aún en pastizales manejados con cargas moderadas, que generalmente se caracterizan por la disminución de las especies más palatables en las áreas más cercanas a la aguada (Beeskow *et al.*, 1995; Heshmatti *et al.*, 2002; Morici *et al.*, 2003; 2005).

En el bosque de caldén (*Prosopis caldenia* Burk.), uno de los cambios más importante por efecto del pastoreo es la disminución de las especies de valor forrajero (Cano *et al.*, 1990a; b; Estelrich & Cano, 1985; Llorens, 1995; Morici *et al.*, 1996). En un estudio previo se observó que distintos atributos estructurales en la vegetación del caldenal denotan un impacto diferencial en función de la distancia a la aguada y a la presión de pastoreo asociada a la misma (Morici *et al.*, 2003). El efecto combinado de la herbivoría y el pisoteo continuo afectan la cobertura y la densidad no sólo de las plantas adultas, sino que también afectan el proceso de reclutamiento de nuevos individuos. En el caldenal, Morici *et al.* (2003) observaron que la abundancia de especies forrajeras en su conjunto es menor cerca de la fuente de agua en comparación con las áreas más alejadas. Es probable que el efecto de la distancia a la fuente de agua varíe según la especie y que el patrón florístico resultante dependa también de otros factores como la condición del pastizal, las prácticas de manejo y las condiciones ambientales (Llorens, 1995; Vesik & Westoby, 2001).

El objetivo del presente trabajo fue determinar los cambios que la presión de pastoreo produce sobre diferentes atributos morfológicos y demográficos de dos de las especies forrajeras más importantes del caldenal, las gramíneas perennes *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack. y *Poa ligularis* Nees ex Steud. Para ello

seleccionamos cobertura y densidad como parámetros que indican el impacto directo del ganado sobre la vegetación, y la profundidad de las yemas de renuevo y la abundancia de propágulos en el banco de semillas como variables que sugieren los efectos indirectos de los herbívoros domésticos sobre la regeneración natural del pastizal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Establecimiento "Los Caldenes" (36° 49' S, 64° 55' W), ubicado en el Departamento Luan Toro, en la Provincia de La Pampa, Argentina. La precipitación media anual es de 550 mm, con una alta variabilidad interanual. La temperatura media de julio (mes más frío) es de 7,3° C y la de enero (mes más cálido) 23° C. Los suelos son de textura franco a franco-arenosa. (INTA *et al.*, 1980). La vegetación consiste en un bosque abierto caducifolio dominado por caldén (*Prosopis caldenia*) con pastizal mixto. En el estrato arbóreo, además del caldén se observan otras leñosas como: *P. flexuosa* DC. var *flexuosa*, *Geoffroea decorticans* (Gill. ex Hook. & Arn) Burk., *Condalia microphylla* Cav., *Lycium chilensis* Miers y *Ephedra triandra* Tul emen. Hunz. El estrato graminoso-herbáceo está compuesto por especies forrajeras tales como *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack., *Poa ligularis* Nees ex Steudel y *Stipa tenuis* Phil. y por especies no forrajeras como *Stipa ichu* (Ruiz & Pav.) Kunth., *Stipa tenuissima* Trin. y *Stipa brachychaeta* Godr. (INTA *et al.*, 1980).

Sobre la base de similitud de la estructura y composición florística, se seleccionaron tres potreros de aproximadamente 600 ha, con una aguada cada una ubicada en un extremo. El sistema de pasto-

reo era rotativo estacional con vacas de cría, con cargas que oscilaron entre 0,1 y 0,3 U.G. ha⁻¹, acordes a la oferta forrajera. Se seleccionaron tres zonas de muestreo con respecto a la distancia a la aguada: una próxima ubicada entre los 20-50 m de la aguada; otra intermedia entre 1000-1500 m y una lejana 2000-2500 m.

En cada una de las tres zonas establecidas en cada potrero se evaluó en noviembre, la cobertura basal de plantas de *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en 10 transectas de 2 m cada una establecidas al azar (Canfield, 1941). Además, se evaluó la densidad de plantas para las dos especies en 10 muestras de 0,25 m² (Cano *et al.*, 1990a) y la profundidad de yemas de renuevo en 10 plantas extraídas al azar por especie.

Para analizar el banco de semillas de *P. napostaense* y *P. ligularis* se colectaron en cada potrero 30 muestras de suelo por zona, mediante un cilindro de 6 cm de diámetro y a 6 cm de profundidad incluida la broza, en los meses de febrero (30 días después de la caída de los cariopsis y antes de la germinación), julio (evaluación del número de semillas en el suelo durante el período invernal) y noviembre (evaluación de las semillas remanentes antes de la nueva caída de cariopsis). Las muestras se trataron con hexametáfosfato de sodio como disgregante (Malone, 1967), se lavaron, tamizaron, secaron y se extrajeron las semillas por observación con lupa binocular. A continuación, manteniendo la individualidad de las muestras, las semillas se colocaron a germinar en cajas de Petri esterilizadas, en una cámara donde las condiciones diarias fueron 9 h de luz y 15 h de oscuridad (Distel, 1987) a 25 y 15 °C respectivamente. Las semillas no germinadas

después de 60 días, se cortaron transversalmente y colocaron en una solución de cloruro de trifeníl tetrazolium a fin de determinar la cantidad de semillas dormantes y no viables.

El análisis de los datos de cobertura, densidad y yemas de renuevo se realizó mediante ANOVA. Los datos se transformaron por raíz cuadrada en el caso de densidad y banco de semillas y por arcoseno raíz cuadrada para los de cobertura. Las variables correspondientes al banco de semillas (número total de semillas sanas, viables, germinadas, dormantes y no viables) de las tres zonas de muestreo fueron analizadas mediante ANOVA con medidas repetidas. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tuckey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cobertura, densidad y yemas de renuevo

El análisis de los datos mostró que el porcentaje de cobertura basal es afectado significativamente por la distancia a la aguada y la especie ($p < 0,05$). También se observó una interacción significativa distancia x especie ($p < 0,01$) debido a que al incrementar la distancia a la aguada la cobertura de *P. napostaense* cambia, mientras que se mantiene similar para *P. ligularis* (Tabla 1).

Con respecto a la densidad de plantas (Tabla 1), el análisis mostró que varía significativamente con la distancia a la aguada y la especie ($p < 0,01$), pero no se observó interacción significativa.

La cobertura de *P. napostaense* fue marcadamente reducida en el área cercana a la aguada ($p < 0,05$), mientras que la

Tabla 1. Cobertura, densidad de plantas y profundidad de yemas de renuevo en *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* según la distancia a la aguada. Error estándar entre paréntesis.

Especie	Distancia a la aguada	Cobertura (%)	Densidad (pl m ⁻²)	Prof. de yemas (cm)
<i>Piptochaetium napostaense</i>	Próxima	4,7 (1,11)	25,6 (3,53)	2,7 (0,28)
	Intermedia	10,9 (1,58)	59,2 (5,03)	2,6 (0,21)
	Lejana	9,7 (1,10)	30,8 (8,32)	2,2 (0,23)
<i>Poa ligularis</i>	Próxima	3,3 (0,74)	8,8 (2,75)	3,4 (0,36)
	Intermedia	1,9 (0,52)	12,8 (2,62)	3,0 (0,31)
	Lejana	2,0 (0,70)	7,2 (3,00)	2,4 (0,27)

densidad de plantas fue significativamente mayor ($p < 0,05$) en el área intermedia con respecto a las restantes (Tabla 1). Estos resultados son coincidentes con el patrón registrado para las especies forrajeras por Morici *et al.* (2003). Si bien en las áreas próxima y alejada la densidad de *P. napostaense* por unidad de superficie fue similar, el porcentaje de cobertura resultó ser distinto, indicando que los individuos de *P. napostaense* tienden a ser de menor tamaño en las áreas con mayor intensidad de pastoreo en comparación con los de las áreas más alejadas. Esto es consistente con otros estudios que muestran el efecto negativo que la remoción repetida o más intensa de tejido fotosintético (Sala, 1988) tiene sobre la corona de las gramíneas (Zhang & Romo, 1994; Sala *et al.*, 1986; Cano *et al.*, 1990b) y con estudios que demuestran que las gramíneas incrementan su tamaño al disminuir la presión de pastoreo (Guevara *et al.*, 2002; Morici *et al.*, 2005). La mayor densidad y cobertura de *P. napostaense* en las áreas intermedias sugerirían una relación entre la presión de pastoreo y la densidad y la cobertura de *P. napostaense*. La mayor densidad de individuos de *P. napostaense* observado en las áreas intermedias podría deberse a un aumento de la disponibilidad de sitios favorables para el establecimiento de nuevos

individuos como resultado del pastoreo (Oosterheld & Sala, 1990). Asimismo, la remoción parcial o total de la parte aérea de individuos adultos podría estar afectando el reclutamiento de esta gramínea. Kin *et al.* (2004) observaron que los niveles de humedad y de luz afectaron significativamente la emergencia de *P. napostaense*, por lo que el establecimiento de nuevas plántulas podría verse beneficiado por los cambios en la disponibilidad de recursos que se producirían cuando los vacunos eliminan total o parcialmente la vegetación ya establecida. También ha sido observado en pastizales semiáridos, que el pastoreo incrementa la emergencia de nuevos individuos, al facilitar el enterrado de las semillas de gramíneas (Rotundo & Aguiar, 2004). En general, las semillas enterradas son menos susceptibles a la predación y están en condiciones más favorables para la germinación (Clarke & Davison, 2001).

Por el contrario, en el extremo opuesto del gradiente donde la defoliación es de menor intensidad, las plantas adquieren mayor desarrollo basal. Sería necesario efectuar medidas de biomasa aérea para examinar si las similitudes en cobertura entre las áreas intermedias y alejadas son acompañadas por variaciones en la produc-

ción de tejido fotosintético. La intensidad de la competencia entre individuos adultos y plántulas de gramíneas, puede jugar un rol determinante en el crecimiento y supervivencia de nuevos individuos (Aguar *et al.*, 1992). Los menores valores de densidad *P. napostaense* observados en las áreas alejadas sugerirían que el reclutamiento de esta gramínea es menor probablemente debido a que los individuos ya establecidos compiten eficientemente por los recursos disponibles. Además es probable que la posición final de las semillas en estas áreas menos pastoreadas, no sea la más adecuada para la especie (Rotundo & Aguar, 2004).

Donde la concentración de animales es mayor, los altos niveles de compactación de la superficie del suelo dificultarían tanto la entrada de los propágulos, como la emergencia de las plántulas (Eckert *et al.*, 1986). Es probable que el pisoteo continuo también contribuya a incrementar la mortalidad de los individuos ya establecidos. El menor tamaño de las plantas de *P. napostaense* observados cerca de la fuente de agua refleja el efecto negativo de la defoliación continua. En general, la alta carga animal observada cerca de la aguada impactaría negativamente a las poblaciones de *P. napostaense*.

Con respecto a *P. ligularis*, no se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de cobertura y densidad de plantas entre las posiciones de muestreo (Tabla 1). Las densidades registradas fueron menores con respecto a lo observado en otros estudios (Carreira *et al.*, 1988; Cano *et al.*, 1988a) y también con respecto a *P. napostaense* ($p < 0,01$). Evidencias previas (Cano, 1975; Cano *et al.*, 1988b; Cano, 1990) muestran que *P. ligularis* incrementa su abundancia en condiciones

de muy baja presión de pastoreo, pero es negativamente afectada cuando la intensidad del mismo aumenta. La falta de un patrón claro en la cobertura y densidad de *P. ligularis* en el gradiente analizado, sugeriría que el efecto del ganado sobre esta especie es independiente de la distancia a la aguada. Sin embargo, los bajos valores observados y las similitudes entre las distintas posiciones del gradiente podrían estar indicando que la mínima intensidad de pastoreo en el gradiente analizado, fue demasiado alta como para producir una respuesta positiva en esta forrajera en las áreas expuestas a menores intensidades de pastoreo. Las bajas densidades observadas podrían también estar asociadas a una disminución del reclutamiento, producida por las alteraciones de las condiciones ambientales que se producen en las áreas pastoreadas (Landsberg *et al.*, 2002).

La profundidad de las yemas de renuevo no fue significativamente afectada por la especie, pero sí varía con la distancia a la aguada ($p < 0,05$). La mayor profundidad de las yemas en el área cercana a la aguada, podría deberse al efecto del pastoreo y del pisoteo continuo. En general, las profundidades de las yemas de renuevo registradas en este estudio (2,5 y 2,9 cm) fueron mayores que las medidas por Cano *et al.* (1988b), con valores de 1,6 y 2,2 cm para *P. napostaense* y *P. ligularis* respectivamente. Cuando se analizó en particular cada gramínea no se hallaron diferencias en la profundidad de las yemas de renuevo entre las áreas muestreadas en ninguna de las dos especies en estudio (Tabla 1), posiblemente debido a la alta variabilidad de los datos (C.V.: 37 y 50% para *P. napostaense* y *P. ligularis*, respectivamente).

Banco de semillas

El banco de semillas de *Piptochaetium napostaense* varía temporalmente ($p < 0,05$) en el número total de semillas sanas (Figura 1a), dormantes (Figura 1c), viables (germinadas + dormantes; datos no mostrados) y no viables (Figura 1d). Respecto a la distancia a la aguada, no se detectaron diferencias en el banco en ninguna de las categorías de semillas consideradas. Se detectó interacción significativa (distancia x fecha de muestreo, $p = 0,014$) únicamente en el caso del número de semillas que germinaron (Figura 1b). El menor valor de germinación fue registrado en el mes de

febrero (aproximadamente 30 días después de la caída), en las semillas obtenidas en el área cercana a la aguada. Esta menor densidad semillas que germinan de *P. napostaense* parecerían ser el resultado de la menor cantidad total de semillas disponibles en esa área (Figura 1a). Sin embargo, no se encontró evidencia de que el gradiente de intensidad de pastoreo afecte significativamente la cantidad de semillas totales, dormantes y no viables en el mismo período de muestreo. Esto sugeriría que el pastoreo y pisoteo continuo del ganado en las proximidades de la fuente de agua podría estar impactando, directa o indirectamente, en los valores de germinación de las semillas.

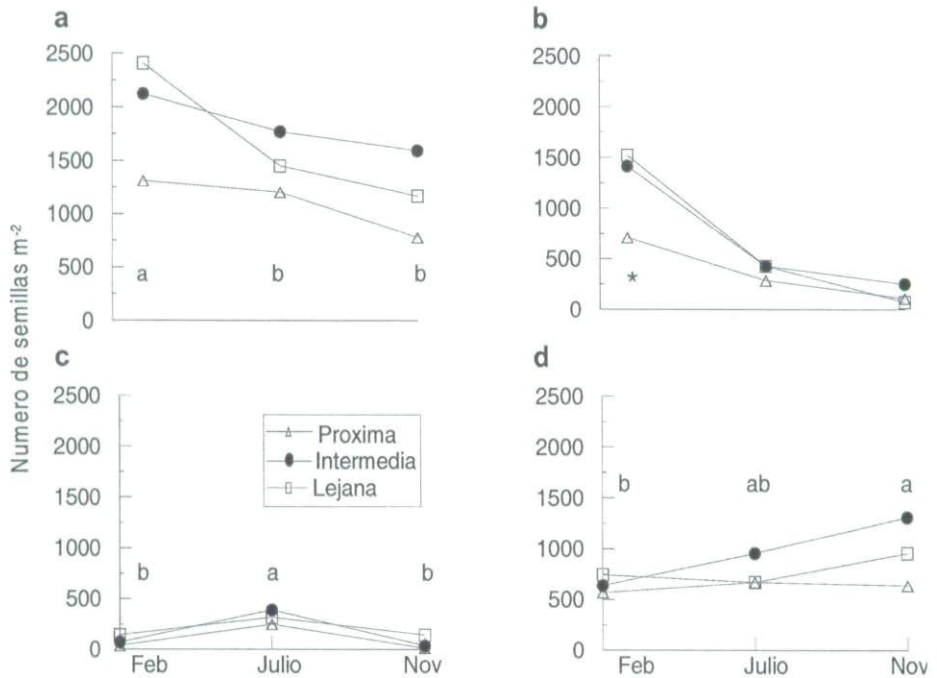


Figura 1. Densidad de semillas totales (a), germinadas (b), dormantes (c) y no viables (d) de *Piptochaetium napostaense*/m² en las áreas próxima, intermedia y lejana según la fecha de muestreo. En (a), (c) y (d) letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre fechas. En (b) * interacción fecha x distancia significativa ($p < 0,05$).

En particular, se observó que el número de semillas que permanece viable en el banco declina ($p < 0,001$) después del período de germinación de esta especie (otoño), en tanto que en julio el porcentaje de semillas en estado de dormancia alcanzó el 22 %, para luego disminuir en noviembre (Figura 1c). Estos valores resultaron inferiores a los porcentajes que superan el 25 % registrados para un caldenal de la zona sur (Mayor *et al.*, 2003). El incremento en el número de semillas dormantes en el mes de julio, sugeriría el efecto de condiciones ambientales desfavorables para la germinación, capaces de inducir dormancia secundaria (Bewley & Black, 1983). La proporción de semillas no viables se incrementó a través del tiempo ($p < 0,05$), superando el 80 % antes de la caída de los nuevos cariopsis (noviembre), indicando que sólo permanece en el banco un bajo porcentaje de semillas en condiciones de germinar hacia el final de la estación de crecimiento (Figura 1d).

En lo que respecta a *P. ligularis*, no se encontraron semillas en el banco en ninguna de las tres áreas de muestreo. La ausencia de semillas podría atribuirse a diversos factores que afectan la producción de semillas, dispersión y/o la permanencia de las mismas. Por un lado la producción de cariopsis podría verse afectada por los bajos valores de densidad de plantas, especialmente si consideramos que *P. ligularis* es una especie dioica y que el pastoreo podría incidir tanto en el número de plantas femeninas como en el potencial reproductivo de las mismas. Sáenz (2002) reportó que las plantas femeninas de *P. ligularis*, tienen un mayor gasto de energía comparadas con las masculinas, por destinarla a la producción de semillas. Además, las plantas femeninas son afectadas negativamente en mayor grado por condiciones de baja calidad am-

biental y disponibilidad de recursos que las masculinas (Bertiller *et al.*, 2000; 2004). Las mayores demandas ecológicas de parte de las plantas femeninas, sugerirían una mayor sensibilidad de las mismas ante el incremento en la intensidad de pastoreo, lo que probablemente reduce su potencial de recuperación. A largo plazo, esto podría afectar directamente el tamaño efectivo de la población (proporción de plantas femeninas:masculinas) y esto a su vez incidiría directamente sobre el banco de semillas. Mayor *et al.* (2003) observaron que la predación de las semillas puede ser un proceso importante en la dinámica del banco de las especies forrajeras del caldenal. Debido a que un gran número de factores afectan tanto la producción como la dispersión de semillas, serían necesarios más estudios para determinar las causas de la ausencia de semillas de *P. ligularis* en el área de estudio.

La respuesta de ambas gramíneas forrajeras al ganado doméstico varía según la especie, y esto debería tenerse en cuenta para mantener la diversidad y productividad forrajera del pastizal natural. Los resultados obtenidos indican que las poblaciones de *P. napostaense* tendrían una respuesta diferente a las de *P. ligularis*, con respecto a los gradientes de pastoreo que se establecen según la distancia a la fuente de agua. A pesar de no presentar variaciones en abundancia y cobertura a lo largo del gradiente, los bajos valores observados en estos parámetros sugieren que, ante similares presiones de pastoreo, la capacidad de recuperación de *P. ligularis* sería menor en comparación con *P. napostaense*. Es importante tener en cuenta el mayor potencial de recuperación de *P. napostaense* a partir del banco de semillas. En cambio la ausencia de semillas de *P. ligularis* podría resultar en extinciones locales de esta especie.

En el caso de *P. ligularis* sería importante no sólo considerar la densidad y tamaño de los individuos adultos, sino la proporción de plantas femeninas:mascullinas. Nuestros resultados sugieren que la carga animal utilizada, afectaría negativamente el potencial de recuperación de *P. ligularis*. Mientras tanto, *P. napostaense* parecería verse favorecido por las presiones intermedias de pastoreo. Es necesaria más investigación, para determinar los mecanismos que determinan las respuestas de ambas especies. El manejo tradicional del caldenal asume comportamientos similares de ambas especies; sin embargo nuestros resultados sugieren que ambas gramíneas responden en forma diferente ante similares presiones de pastoreo, por lo que podría ser necesario desarrollar estrategias de manejo que favorezcan la regeneración de ambas gramíneas en el caldenal.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a A. Gorondi e I. Molinero propietarios del establecimiento donde se llevó a cabo el estudio. Nuestro reconocimiento a V. Belmonte por la colaboración en el análisis estadístico de los datos. Además, agradecemos las sugerencias en la redacción del manuscrito a C. Chirino y B. Fernández. Este proyecto fue financiado por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, M.R.; A. Soriano & O.E. Sala. 1992. Competition and facilitation in the recruitment of seedlings in Patagonian steppe. *Funct. Ecol.* 6:66-70.
- Beeskow, A.M.; N.O. Elissalde & C.M. Rostagno. 1995. Ecosystem changes associated with grazing intensity on the Punta Ninfas rangelands of Patagonia, Argentina. *J. Range Manage.* 48:517-522.
- Bertiller, M.B.; J.O. Ares; P. Graff. & R. Baldi. 2000. Sex-related spatial patterns of *Poa ligularis* in relation to shrub patch occurrence in northern Patagonia. *J. Veg. Sci.* 11:9-14.
- Bertiller, M.B.; A.J. Bisigato; A.L. Carrera & H.F. Del Valle. 2004. Estructura y funcionamiento de los ecosistemas del Monte Chubutense. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 39:139-158.
- Bewley, J.D. & M. Black. 1983. Physiology and biochemistry of seeds. In relation to germination. 1. Development, germination, and growth. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York. 306 p.
- Bisigato, A.J. & M.B. Bertiller. 1997. Grazing effects on patchy dryland vegetation in northern Patagonia. *J. Arid Environ.* 36:639-653.
- Bisigato, A.J. 2000. Dinámica de la vegetación en áreas pastoreadas del extremo austral de la Provincia Fitogeográfica del Monte. Tesis Doctoral en Ciencias Agropecuarias. UBA. Buenos Aires. 163 p.
- Bisigato, A.J.; M.B. Bertiller; J.O. Ares & G.E. Pazos. 2005. Effect of grazing on plant patterns in arid ecosystems of Patagonian Monte. *Ecography* 28:561-572.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *J. For.* 39:388-394.
- Cano, E. 1975. Disponibilidad forrajera estacional de tres gramíneas nativas de

- la provincia de La Pampa. RIA. INTA. Serie 2, Biología y Producción Vegetal XII:11-26.
- Cano, E. 1990. Rasgos principales de los pastizales de la provincia de La Pampa. Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 5:1-14.
- Cano, E.; D. Estelrich; M. Montes; B. Fernández & E. Morici. 1988a. Fitomasa aérea disponible de un pastizal de *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* durante el período 1984-1985. Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 3:11-19.
- Cano, E.; B. Fernández; L. Ventura & D. Estelrich. 1988b. Características de cuatro gramíneas invernales de La Pampa y su relación altura-peso. UNLPam. ser. Suppl. 4:85-99.
- Cano, E.; C. Chirino; E. Morici & B. Fernández. 1990a. Estados de condición del sitio pastizal de gramíneas bajas de planicie presentes en el Departamento Lóventué- La Pampa. Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 5:65-82.
- Cano, E.; E. Morici; B. Fernández & C.C Chirino. 1990b. Características de tres pastizales bajos con distinto período de descanso. Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 5:83-108.
- Carreira, G.; M. Fernández & H. Petrucci. 1988. Disponibilidad mensual de fitomasa aérea total y en distintos compartimentos de un pastizal bajo en la región de colinas de La Pampa. Rev. Fac. Agronomía UNLPam. 3:21-35.
- Clarke, P.J. & E.A. Davison. 2001. Experiments on the mechanism of tree and shrub establishment in temperate grassy woodlands: seedling emergence. Austral Ecol. 26:400-412.
- Distel, R.A. 1987. Crecimiento aéreo y radical, germinación y supervivencia en *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack. y *Stipa tenuis* Phil. Tesis de Magister. UNS. Bahía Blanca. 157 p.
- Eckert, R.E.Jr.; F.F. Peterson; M.S. Meurisse & J.L. Stephens. 1986. Effects of soil-surface morphology on emergence and survival of seedlings in big sagebrush communities. J. Range Manage. 39:414-420.
- Estelrich, H.D. & A.E. Cano. 1985. Disponibilidad forrajera y determinación de la capacidad de carga de un bosque de *Prosopis caldenia*. Actas I Jor. Biol. y II Jor. Geol. La Pampa. UNLPam. 1:30-35.
- Guevara, J.C.; O.R. Estevez; C.R. Stasi & J.M. Gonnnet. 2002. Perennial grass response to 10-year cattle grazing in the Mendoza plain, mid-west Argentina. J. Arid Environ. 52:339-348.
- Heshmatti, G.A.; J.M. Facelli & J.G. Conran. 2002. The phosphorus revisited: plant species patterns close to waterpoints in small, fenced paddocks in chenopod shrublands of South Australia. J. Arid Environ. 51:547-560.
- INTA; Gobierno de La Pampa & Facultad de Agronomía - Universidad Nacional de La Pampa. 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Pampa, Bs As. 493 p.
- Kin, A.; A. Sosa & M. Mazzola. 2004. Efecto del sombreado y del contenido hídrico del suelo sobre el establecimiento de *Piptochaetium napostaense*. XXV Reunión Arg. Fisiología Vegetal. Santa Rosa, La Pampa. pp. 261.
- Landsberg, J.; C.D. James; J. Maconochie; A.O. Nicholls; J. Stol & R. Tynan. 2002. Scale-related effects of grazing on native plant communities in an arid rangeland region of South Australia. J. Appl. Ecol. 39:427-444.
- Llorens, E.M. 1995. Viewpoint: the state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's calden forest. J. Range Manage. 48:442-447.
- Malone, C. 1967. A rapid method for enumeration of viable seeds in soil. Weeds 15:381-382.
- Mayor, M.D.; R.M. Bóo; D.V. Peláez & O.R. Elía. 2003. Seasonal variation of the soil seed bank of grasses in central Argentina as related to grazing and shrub

- cover. *J. Arid Environ.* 53:467-477.
- Morici, E.; C. Chirino; B. Fernández & H. Estelrich. 1996. Aplicación del modelo de estados y transiciones en los pastizales de la Región Semiárida Pampeana. *Actas VI Jor. Pampeanas de Cs Nat.* Santa Rosa, La Pampa. pp. 167-172.
- Morici, E.; R. Ernst; A. Kin; D. Estelrich; M. Mazzola & S. Poey. 2003. Efecto del pastoreo en un pastizal semiárido de Argentina según la distancia a la aguada. *Arch. Zootec.* 52:59-66.
- Morici, E.; W. Muiño; R. Ernst; & S. Poey. 2005. Efecto del pastoreo sobre la estructura de la comunidad vegetal en un arbustal de *Larrea divaricata*. *Actas III Congr. Nac. sobre Manejo de Pastizales Naturales.* Paraná, Entre Ríos. pp. 76.
- O'Connor, T.G. 1991. Local extinction in perennial grasslands: a life-history approach. *Am. Nat.* 137:753-773.
- O'Connor, T.G. & G.A. Pickett. 1992. The influence of grazing on seed production and seed banks of some African savanna grasslands. *J. Appl. Ecol.* 29:247-260.
- Oesterheld, M. & O.E. Sala. 1990. Effects of grazing on seedling establishment: the role of seed and safe-site availability. *J. Veg. Sci.* 1:353-358.
- Privitello, M.J.L.; E.G. Gabutti; R.U. Harrison; R.L. Sager & M.B. Romero. 2000. Efecto de dos intensidades y cuatro frecuencias de corte sobre la productividad, vigor y persistencia de *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Haeckel. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 20:123-127.
- Rotundo, J.L. & M.R. Aguiar. 2004. Vertical seed distribution in soil constrains regeneration processes of *Bromus pictus* in a Patagonian steppe. *J. Veg. Sci.* 15:515-522
- Sáenz, A.M. 2002. Efecto del estrés hídrico y la defoliación sobre el comportamiento vegetativo y reproductivo de dos subpoblaciones de *Poa ligularis* ex Nees Steudel de un bosque de caldén. Tesis Magister Scientiae, área: Recursos Naturales. Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires. 110. p.
- Sala, O.E. 1988. The effect of herbivory on vegetation structure. en: *Plant form and vegetative structure: adaptation, plasticity, and relation to herbivory.* (M.J.A. Verger; P.J. Van der Aart; H.J. During & J.T. Verhoeven eds.). Academy Publis. The Hague. pp: 317-330.
- Sala, O.E.; M. Oesterheld; R.J.C. Leon & A. Soriano. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetatio* 67:27-32.
- Smith, S.E.; R. Mosher & D. Fendenheim. 2000. Seed production in sideoats grama populations with different grazing histories. *J. Range Manage.* 53:550-555.
- Thrash, I. 1998. Impact of water provision on herbaceous vegetation in Kruger National Park, South Africa. *J. Arid Environ.* 38:437-450.
- Vesk, P.A. & M. Westoby. 2001. Predicting plant species' responses to grazing. *J. Appl. Ecol.* 38:897-909.
- Zhang, J. & J.T. Romo. 1994. Defoliation of a northern wheatgrass community: above-and belowground phytomass productivity. *J. Range Manage.* 47:279-284.