



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

TESINA PRESENTADA PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE
INGENIERO EN RECURSOS NATURALES Y MEDIO
AMBIENTE

“PROPORCIÓN DE SEXOS Y BANCO DE SEMILLAS EN PASTIZALES DE *Poa ligularis* NEES EX STEUDEL BAJO DISTINTOS MANEJOS”.

Daniela Andrea CALDENTY

SANTA ROSA (LA PAMPA)

ARGENTINA

2009

PREFACIO

Esta Tesina es presentada como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Ingeniero en Recursos Naturales y Medio Ambiente, de la Universidad Nacional de La Pampa y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad ni en otra Institución Académica. Se llevó a cabo en el laboratorio de Ecología de la Facultad de Agronomía, dependiente del Departamento de Ecología, durante el período comprendido entre el 01/10/04 y el 05/06/09, bajo la dirección de la Ing. Agr. Sáenz Alicia; y bajo la codirección de Ing. Agr. Morici Ernesto.

Agradecimientos:

- Directora: Ing. Agr. Alicia Sáenz, que gracias a su paciencia y apoyo pude concluir la tesis de grado.
- Codirector: Ing. Agr. Ernesto Morici, por su solidaridad y buen carácter acompañando todo el desarrollo del trabajo.
- Lic. Belmonte Valeria: por su colaboración en el análisis estadístico.
- Ing. Agr. Carlos Frasinelli y Ing. Agr. Oscar Terenti, que a través del INTA San Luis colaboraron para la realización del proyecto.
- Mi Familia, por estar presente y su apoyo constante incentivándome a concluir esta etapa de mi carrera.
- A mi novio e hija, por ayudarme a crecer y superarme en todos los ámbitos la vida.

05 de Junio de 2009

DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA

RESUMEN

Poa ligularis es una gramínea forrajera de alta preferencia animal en los pastizales naturales de la estepa pampeana. Estudios previos demostraron que bajo condiciones de estrés, los individuos femeninos presentan un mayor costo reproductivo por lo que podrían sufrir mayor mortalidad en relación a los masculinos. Esta característica podría afectar la población de semillas viables del suelo. El objetivo de este trabajo fue evaluar la proporción de sexos y el banco de semillas en tres pasturas implantadas de *P. ligularis* sometidas a distintos manejos. En cada potrero seleccionado se delimitaron áreas siguiendo el gradiente de pastoreo, donde se recolectaron al azar inflorescencias para la identificación del sexo y muestras de suelo para análisis del banco de semillas. En relación a la variación en la proporción de sexos a lo largo del gradiente de pastoreo, solo se halló una tendencia en uno de los potreros evaluados (PS), el cual contaba con el gradiente de pastoreo más claramente definido, a disminuir el número de plantas femeninas en las áreas de mayor presión de pastoreo. Al analizar el banco de semillas para el mismo potrero, la densidad de semillas/muestra resultó menor en el área de mayor presión de pastoreo ($p < 0,035$). Al comparar los potreros más contrastantes, se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto para la proporción de sexos como para la densidad promedio de semillas del banco. A partir de estos resultados, se puede inferir que bajo condiciones de alta presión de pastoreo por períodos prolongados, podría variar la proporción de sexos e influiría negativamente sobre el reclutamiento de nuevos individuos a partir de semillas.

SUMMARY

Poa ligularis is a forage grass of animal preference in the natural grassland studies demonstrated that under conditions of stress, the feminine individuals present a major reproductive cost, for what they might suffer major mortality in relation to the masculine ones. This characteristic there might concern the population of viable seeds of the soil. The objective of this work was to evaluate the proportion of sexes and the seed bank in three well-established pastures of *P. ligularis* submitted to different managings. In every selected plot areas were delimited following the gradient of grazing, where inflorescences were collection for the identification of the sex and samples of soil for analysis of the seed bank. In relation to the variation in the proportion of sexes along the gradient of grazing, only there was a tendency in one of the evaluated plot (PS), which had a gradient of grazing more clearly defined to reduce the number of female plants in the areas of higher grazing pressure. On having analyzed the seed bank for the same plot, the density of seeds / samples turned out to be minor in the area of major pressure of grazing ($p < 0,035$). When the plot compared more contrastantes, they found significant differences ($p < 0,05$) for the proportion of sexes and for the density of seed bank. From these results, we can infer that the high grazing pressure for long periods, could vary the proportion of sexes, and negatively impact on the recruitment of new individuals from seed.

INDICE

Página

1. INTRODUCCIÓN	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS	
2.1. Trabajo de Campo en pasturas implantadas de <i>P. ligularis</i>	
2.1.1. Caracterización general de la región	10
2.1.2. Ubicación y características de las pasturas	11
2.1.3. Diseño de muestreo	12
2.1.4. Variables Medidas	12
I. Proporción de sexos	12
II. Número de semillas de <i>P. ligularis</i> por muestra	13
2.2. Ensayo en invernáculo bajo condiciones semi-controladas	14
3. RESULTADOS	
3.1. Trabajo de campo en pasturas implantadas de <i>P. ligularis</i>	
3.1.1. Proporción de sexos	15
3.1.2. Banco de semillas	15
3.2. Ensayo en Invernáculo	
3.2.1. Proporción de sexos de la primera descendencia	20
4. CONCLUSIONES	21
5. BIBLIOGRAFÍA	23

1. INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado del pastizal natural se ve reflejado en el progresivo grado de deterioro del recurso con la pérdida continua de sus forrajeras perennes nativas más valiosas. *Poa ligularis* Nees ex Steudel (“poa”) es una sobresaliente gramínea que integra los pastizales naturales de la estepa pampeana; se trata de una especie diclino dioica, decreciente, de ciclo otoño-invierno-primaveral, la cual se destaca por sus aptitudes forrajeras, con alta preferencia animal (Cerqueira *et al.*, 2000; Cerqueira *et al.*, 2004).

La vegetación natural del bosque de caldén, ecosistema que se extiende desde el sur de San Luis hasta el sur de Buenos Aires, ocupando una franja central en la provincia de La Pampa (INTA *et al.*, 1980), ha interactuado a lo largo de los últimos 100 años con factores antrópicos (prácticas de desmonte, pastoreo por animales domésticos y fuegos naturales o controlados por el hombre) y ambientales propios de la región (Buschiazzo *et al.*, 1991; Rosell y Lazzari, 1980). Los efectos del fuego y del pastoreo principalmente han afectado las dinámicas de las comunidades de la región semiárida central, que de acuerdo a un gradiente de severidad conduce a modificaciones estructurales y funcionales de difícil retroceso (Estelrich *et al.*, 2005).

En el caldenal uno de los cambios más notorios que se ha detectado es la desaparición de las especies con mayor valor forrajero, dentro de las cuales *Poa ligularis* sería una de las más comprometidas conjuntamente con *Piptochaetium napostaense*, *Stipa longiglumis* y *Stipa tenuis*; simultáneamente se observa un aumento de las especies no forrajeras (*Stipa tricotoma*, *Stipa tenuissima*, *Stipa ichu* y *Stipa brachychaeta*) y leñosas, al colonizar éstas los espacios generados por la ausencias de las especies palatables (Estelrich y Cano, 1985, Pelaez *et al.*, 1992; Llorens, 1995a; Distel y Boó, 1995; Estelrich *et al.*, 1997; Estelrich *et al.*, 2005).

En condiciones excelentes el “Poal” o pastizal de *P. ligularis* es señalado como un estado estable del pastizal en el bosque de caldén (Llorens, 1995_{a y b}; Distel y Bóo, 1995), dominando en condiciones de clausura o pastoreo ligero lo cual determina una baja tolerancia al pastoreo frecuente (Llorens, 1995a; Busso, 1997). Por tal motivo es de suma importancia conocer el comportamiento, de ésta y otras especies valiosas del pastizal, al pastoreo de herbívoros domésticos.

Los efectos directos del pastoreo sobre las plantas individuales, y los efectos indirectos, como cambios en el ambiente edáfico y el microclima en que desarrollan las plantas (Thurow 1991; Fahnestock y Knapp 1994), podría conducir a una segregación espacial entre sexos ocupando las plantas femeninas los sitios con menos restricciones

ecológicas; este comportamiento fue verificado para *P. ligularis* (Bertiller *et al.*, 1999 y Sain y Bertiller, 1999). Galdgil y Solbrig (1972) señalaron que, en ambientes donde la mortalidad es debida a causas no relacionadas con la densidad (por eje. sequía extrema, inundación, disturbios frecuentes, etc.), el *fitness* surgiría a través de una mayor asignación de recursos hacia estructuras reproductivas. Desde entonces, numerosos estudios han verificado este comportamiento, tanto en poblaciones anuales como perennes de varias especies de dicotiledóneas y poáceas.

Durante sendos experimentos bajo pastoreo (Sáenz *et al.*, 1996) y bajo condiciones experimentales semicontroladas (Sáenz, 2002), las plantas de *P. ligularis* han demostrado incrementar su esfuerzo reproductivo (biomasa reproductiva/biomasa total) ante condiciones de estrés como defoliación severa y/o sequía durante su etapa de crecimiento vegetativo. Bierzychudeck y Eckhart (1988) señalan que los individuos femeninos de poblaciones dioicas que no pueden ajustar la producción de semillas en ambientes estresantes, presentan un mayor costo reproductivo por lo que están sujetos a sufrir mayor mortalidad en relación a sus congéneres masculinos. Lo anteriormente mencionado podría afectar la proporción de individuos femeninos y masculinos, cuya distribución esperada sería 1:1 (50% femeninas y 50% masculinas). Para *P. ligularis*, Terenti (1996) evaluó el porcentaje de plantas pistiladas y estaminadas de la primera descendencia, de un pool de semillas recolectadas en pastizales de San Luis, cuyos resultados arrojaron valores de 58 % para femeninas y 42 % masculinas.

Las comunidades vegetales contienen una población de semillas viables enterradas y en la broza, el banco de semillas (Major y Pyott, 1996; Simpson *et al.*, 1989), que constituye un reservorio de información genética y una fuente de nuevos individuos, especialmente luego de un disturbio (Templeton y Levin, 1979; Johnson y Anderson, 1986). La acción de los herbívoros sobre los pastizales afectaría la producción de semillas, dependiendo en parte de la estación del año y del tiempo de pastoreo (Harper, 1990). La perpetuidad de una población de *P. ligularis* en una comunidad depende de su expansión vegetativa o a través de la producción y la diseminación de semillas (Frank, 1993). A su vez, el banco de semillas de áreas pastoreadas, usualmente muestra un aumento de semillas de especies anuales y una disminución de semillas de especies perennes (Kinucan y Smeins, 1992; O'Connor y Pickett, 1992; Mayor *et al.*, 2003). El mayor número de semillas de especies anuales estaría asociado a una estrategia de supervivencia, debido a que su ciclo de vida es relativamente corto y no son tolerantes a la baja disponibilidad de recursos, por lo que su permanencia en la comunidad se asegura a través de abundantes

contribuciones al banco de semilla (Grime, 1979). Sumado a esto se puede observar una dominancia de semillas de especies no forrajeras, lo que fue observado por Morici (2006) al comparar sitios de condición buena, regular y mala en un pastizal del bosque de caldén.

La persistencia del banco de semillas está relacionado con la capacidad de las semillas para mantenerse viables a través del tiempo, eludiendo a las enfermedades y depredadores (Harper, 1990). Thompson y Grime (1979) clasifican a los bancos de semillas en cuatro categorías según el grado de persistencia. Siguiendo este patrón de clasificación Morici (2006) estableció que el banco de semillas de *P. ligularis* correspondería a la categoría Tipo III como cortamente persistente, las semillas de este grupo de gramíneas se dispersan en diciembre-enero, incorporándose al banco de semillas, con una posterior germinación en otoño, quedando semillas sin germinar las cuales declinan en su número paulatinamente

Del análisis precedente se puede concluir que *P. ligularis* es una excelente gramínea forrajera con baja tolerancia a la defoliación frecuente, por lo que resulta de suma importancia conocer los efectos del pastoreo sobre el fitness de esta especie. Ante condiciones de estrés, como defoliación severa y/o sequía, las plantas de *P. ligularis* han demostrado incrementar su esfuerzo reproductivo (biomasa reproductiva/biomasa total) lo que perjudicaría particularmente a los individuos femeninos que por su mayor costo reproductivo, podrían presentar mayor riesgo de mortandad en relación a sus congéneres masculinos. A su vez se vería afectada la relación en la proporción de sexos esperada 1:1 comprometiendo la supervivencia de las poblaciones, ya que la misma depende de la expansión vegetativa y la producción y diseminación de semillas almacenadas en el suelo (banco de semillas).

Objetivo General:

- Evaluar la proporción de sexos y el banco de semillas en pasturas implantadas de *P. ligularis* sometidas a distintos manejos.

Objetivos específicos:

- Evaluar en pasturas implantadas de *P. ligularis* sometidas a distintos manejos, la variación en la proporción de sexos a lo largo de un gradiente de pastoreo.
- Evaluar bajo condiciones semi-controladas en invernáculo, la relación en la proporción de sexos de la primer descendencia, obtenida de semillas recolectadas en una pastura implantada de *P. ligularis*.
- Evaluar en pasturas de *P. ligularis* sometidas a distintos manejos, la variación en el banco de semillas de la especie a lo largo de un gradiente de pastoreo.

Hipótesis General:

- En pasturas implantadas de *P. ligularis*, el pastoreo afecta la proporción de sexos debido al estímulo de la defoliación sobre el esfuerzo reproductivo y al costo reproductivo diferencial entre individuos femeninos y masculinos.

Hipótesis específicas

- En poblaciones de *P. ligularis* sometidas a defoliaciones sucesivas durante varios años, la proporción de plantas femeninas disminuye a medida que la presión de pastoreo aumenta.
- La proporción de sexos esperada de la primer descendencia corresponde a la distribución 1:1.
- La cantidad de semillas de *P. ligularis* en el suelo disminuye a medida que la presión de pastoreo aumenta, en relación a la disminución en la proporción de individuos femeninos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo experimental consistió en:

- Trabajo de Campo en pasturas implantadas de *P. ligularis*
- Ensayo en invernáculo

2.1. Trabajo de Campo en pasturas implantadas de *P. ligularis*:

2.1.1. Caracterización general de la región:

Las pasturas implantadas de *P. ligularis* se encuentran enmarcadas dentro de la Región Fitogeográfica del Espinal, Distrito del Caldenal, con las siguientes características ambientales (Cabrera, 1976).

- *Ubicación Geográfica:* se extiende por el centro y sur de San Luis, centro de La Pampa, llegando hasta el sur de Buenos Aires.

- *Caracterización de Suelos y Unidades Geomorfológicas:* Presenta un paisaje de llanura levemente ondulada, registrándose numerosos valles y cubetas de orientación SO-NE. Hacia el oeste de la Región el paisaje se transforma en un área de transición con el ambiente patagónico. En el norte y centro se encuentran los típicos médanos aislados o encadenados, del tipo fijo o vivo, llegando también a la provincia de Buenos Aires. Hacia el sur aparecen vestigios de planicie. Los suelos de este distrito se distinguen por su textura más gruesa; son bien drenados y pobres en materia orgánica (Lorenzini, 1985).

- *Características climáticas:* la temperatura media anual es de alrededor de 15° C. Enero es el mes más cálido con 23° C, y Julio el más frío con una temperatura media de 7° C. Las precipitaciones medias anuales oscilan alrededor de los 600 mm (SMN, 2004).

- *Características Fitogeográficas:* Hasta fines del siglo XIX el bosque constituía una comunidad relativamente homogénea con algunas variantes florísticas. El estrato arbóreo estaba dominado por *Prosopis caldenia* (Caldén) formando bosques desde muy abiertos a densos, acompañado de *Prosopis nigra* (Algarrobo Negro), *Prosopis flexuosa* (Algarrobo), *Geoffroea decorticans* (Chañar) y *Jodina rhombifolia* (Sombra de Toro). El estrato gramíneo-herbáceo se hallaba integrado por especies de porte bajo a intermedio. El pastizal bajo se distribuía en planicies predominando gramíneas invernales con arbustos aislados; el pastizal sammófilo se localizaba en el centro sur de San Luis, centro norte y valles transversales de la provincia de La Pampa, caracterizado por gramíneas de porte intermedio de ciclo estival y herbáceas. (Cano *et al.*, 1980)

A partir de la introducción del ganado doméstico, el pastoreo produjo un incremento en las especies gramíneas no preferidas por éste y facilitó la invasión de leñosas (Anderson,

1979; Estelrich *et al.*, 1997; Estelrich *et al.*, 2005). En la actualidad en el bosque de caldén, como en el pastizal bajo y sammófilo, se identifica un gradiente de situaciones que surgen de la combinación de la abundancia de especies leñosas y la proporción de especies preferidas y no preferidas por el ganado doméstico (Distel y Bóo, 1995), dependiendo del uso al que han sido sometidas las comunidades. Cabe destacar que se observa una predominancia de especies no preferidas cubriendo una mayor superficie en la región (Busso, 1997).

2.1.2 Ubicación y características de las pasturas:

Se seleccionaron pasturas implantadas de *P. ligularis* con el objetivo de:

- Contar con sitios de muestreo que presenten una historia de pastoreo mínima de 9-10 años.
- Partir del supuesto que inmediatamente luego de la siembra de la pastura, la relación entre sexos se correspondió con la distribución esperada de 1:1.
- Disponer de una alta densidad de plantas de *P. ligularis*

Ubicación y características de las tres pasturas seleccionadas:

- Pastura N° 1 (“E”): la misma se localizó en el establecimiento agropecuario “El Estribo”, ubicado a 80 km al SWW de Santa Rosa, La Pampa (Argentina). La pastura fue sembrada con *P. ligularis* en el año 1995 en una superficie aproximada de 25 has. La historia de manejo se basó en su uso como forraje exclusivamente, observándose características que reflejaban un intensivo y prolongado pastoreo, extendiendo el tiempo de utilización invernal hasta fines de octubre.
- Pastura N° 2 (“PS”): la misma fue sembrada en el año 1989 en un potrero denominado “Poal Semillero” ubicado en la estación experimental INTA Villa Mercedes, San Luis (Argentina). El potrero ocupaba una superficie de 5 has y se sembró con la finalidad de utilizarse como productor de semillas; por tal motivo fue sometido a un pastoreo leve (0,5 a 0,7 EV/ha/año) en febrero-marzo y julio-agosto. Se puede mencionar que durante el período 1996-1999 se realizaron tratamientos especiales que consistían en períodos de riego, fertilización y cortes de limpieza. Una reiterada invasión de cabras ajenas al establecimiento produjeron una marcada presión de pastoreo en un extremo del potrero, por tal motivo el gradiente de pastoreo para el muestreo se estableció siguiendo el disturbio ocasionado por las cabras.

- Pastura N° 3 “P92”: la pastura formaba parte de los campos de extensión de la estación experimental INTA Villa Mercedes, San Luis (Argentina). El potrero fue sembrado en 1992 con el objetivo de utilizarse para la producción de semillas, ocupando inicialmente una superficie de 40 ha. El potrero fue pastoreado durante el período invernal exclusivamente con una carga animal aproximada de 1 EV/ha/año. En el año 2001/02 la mitad oriental fue reemplazada por cultivos exóticos y la mitad restante dejó de utilizarse como semillero, aunque el manejo se mantuvo con las mismas características. El mismo no fue roturado o intersembrado con otras especies, aunque se observó un reemplazo paulatino de plantas de *P. ligularis* por agropiro alargado, melilotus, cebadilla y gramón. Esto condujo a una degradación de la pastura quedando solo manchones de plantas de *P. ligularis* en toda el área.

2.1.3 Diseño de muestreo:

Para determinar la influencia del pastoreo sobre las pasturas implantadas de *P. ligularis* se realizó un diseño de muestreo constituido por franjas perpendiculares al gradiente de pastoreo, delimitando tres áreas bien definidas:

- a) FRANJA 1 (F1): zona con mayor presión de pastoreo
- b) FRANJA 2 (F2): zona intermedia
- c) FRANJA 3 (F3): zona con menor presión de pastoreo

El tamaño de las franjas se adaptó de acuerdo a la densidad de individuos y el tamaño del potrero, variando entre 10 y 50 m de ancho y 50 y 150 m de largo.

2.1.4. Variables Medidas

I. Proporción de Sexos

Para evaluar la proporción de sexos de *P. ligularis*, se establecieron cuatro estaciones de muestreo a lo largo de cada una de las tres franjas identificadas. En cada estación se recolectaron las inflorescencias pertenecientes a 10 individuos seleccionados al azar, obteniendo de esta manera una muestra representativa de 40 individuos por franja. Cabe aclarar que para el potrero “E” la cantidad de muestras recolectadas fue mayor debido a que, en un primer momento, se trató de diferenciar individuos jóvenes de adultos a través del diámetro de corona. Esta característica luego fue descartada por la dificultad de identificar las plantas nuevas de aquellas establecidas por división de matas. Sin embargo para el análisis de la proporción de sexos se tomaron todos los datos recolectados.

El muestreo se realizó en la época de floración-fructificación de *P. ligularis* correspondiente al mes de noviembre de 2004. La identificación de los individuos masculinos y femeninos se realizó a través de la observación con lupa binocular de la morfología de las espiguillas de las inflorescencias de cada planta muestreada. Los individuos masculinos se identificaron por la presencia de anteras y por la característica glabra de los antecios, mientras que los femeninos se identificaron por la presencia de cariopses o la característica pubescente de los antecios según la descripción de Nicora (1977).

Análisis Estadístico:

Se realizó un **Test de homogeneidad** para evaluar si la proporción de sexos presentaba variación entre las franjas establecidas para cada potrero, es decir se deseó probar si la aparición de plantas femeninas (masculinas) era similar en las tres franjas para cada potrero. Para lo cual se estableció la siguiente hipótesis nula:

$$H_0: P_{fF1}=P_{fF2}=P_{fF3} ; P_{mF1}=P_{mF2}=P_{mF3}$$

P: proporción **F1:** Franja 1

f: femenina **F2 :** Franja 2

m: masculina **F3 :** Franja 3

En los casos en que la hipótesis nula fuera aceptada con un valor de probabilidad superior al 10 %, se realizaron comparaciones entre los potreros considerando todas las plantas muestreadas como pertenecientes a una misma población sin discriminar por franjas.

Para evaluar si la relación femeninas/masculinas se comporta con una distribución 1:1 se realizó una **Prueba de Proporciones**.

II. Número de Semillas de *P. ligularis* por muestra:

Para determinar el N° de semillas de *P. ligularis* por muestra se realizó un análisis del banco de semillas, para lo cual se recolectaron 10 muestras de suelo extraídas al azar en cada franja identificada para las tres pasturas seleccionadas. La recolección de muestras se realizó en Febrero de 2005, período que coincide con la época de dispersión de las semillas de *P. ligularis*. Las muestras de suelo se extrajeron con un cilindro metálico de 6 cm de diámetro y 6 cm de profundidad, almacenándolas en bolsas de polietileno con su respectiva identificación hasta su procesamiento.

En el laboratorio se lavaron las muestras con abundante agua y tamizaron con tamices N° 35 y 60, para luego ser secadas en estufa a 40° C. Sobre estas muestras se analizó el banco de semillas, a través de la observación con lupa binocular y posterior separación de todas las semillas aparentemente viables de *P. ligularis* identificadas. La condición de viable fue determinada por el estado intacto de la semilla y la resistencia a la presión ejercida con la pinza histológica. Se utilizó el método de separación física debido a que las muestras no comprendían grandes volúmenes de material (Requesens *et al.*, 2004; Morici, 2006; Etchepare y Boccanelli, 2007)

Análisis estadístico:

Para evaluar las diferencias en el banco de semillas de *P. ligularis* entre franjas, para cada potrero se aplicó un Análisis de Varianza (ANOVA) utilizando el programa estadístico Statgraphic plus, previa transformación de los datos por raíz cuadrada ($\sqrt{X+1}$) siendo X la variable; para la comparación de medias se utilizó el Test de Tuckey ($p < 0.05$).

2.2. Ensayo en invernáculo bajo condiciones semi-controladas

Para verificar si la proporción de sexos de *P. ligularis* de la primera descendencia se corresponde con la distribución esperada 1:1, se realizó un ensayo bajo condiciones semi-controladas en invernáculo. La experiencia consistió en sembrar, en macetas plásticas individuales, las panojas de 20 plantas femeninas de *P. ligularis* extraídas del establecimiento “El Estribo”. Al emerger las plántulas se seleccionaron al azar 120 individuos los cuales fueron transplantados en recipientes independientes, sobreviviendo 114. Dicho procedimiento se realizó para disminuir la muerte por competencia o confundir las inflorescencias de cada descendiente. Las plantas se mantuvieron en condiciones óptimas de temperatura y humedad hasta su floración, para luego identificar el sexo de cada descendiente utilizando el mismo método descrito en el apartado 2.1.4. inciso I.

Análisis Estadístico: Para probar la distribución esperada se realizó una **Prueba de hipótesis de proporciones** para el sexo femenino en donde la hipótesis nula fue considerar: $H_0 \quad P_F = 0,5$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Trabajo de campo en pasturas implantadas de *P. ligularis*

3.1.1. Proporción de sexos

Comparación entre Franjas por Potrero

En el potrero “E” se puede observar una clara preponderancia de las plantas masculinas en las tres franjas identificadas (Tabla 1 y Figura 1), registrándose el menor porcentaje de individuos femeninos de los tres potreros muestreados. Del análisis estadístico se desprende que no existen diferencias significativas en la proporción de sexos al comparar las franjas ($p=0.5090$). Dichos resultados pueden atribuirse a la escasa extensión del potrero y a la alta presión de pastoreo observada en todo el área, lo que determinó un gradiente de pastoreo escasamente diferenciado.

Tabla 1: Número de individuos Masculinos y Femeninos identificados por Franja para el potrero “E”.

	<i>FRANJA 1</i>	<i>FRANJA 2</i>	<i>FRANJA 3</i>
<i>Nº Individuos Masculinos</i>	50	50	56
<i>Nº Individuos Femeninos</i>	29	29	23
TOTAL	79	79	79

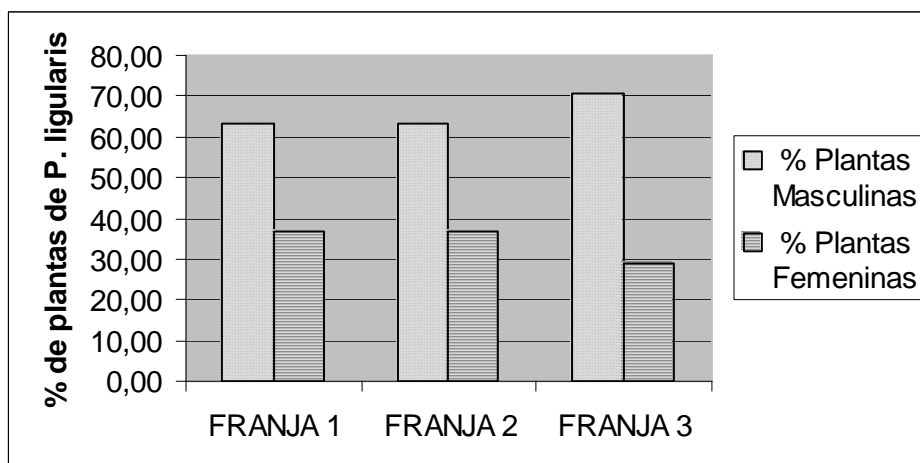


Figura 1: Porcentaje de Plantas Masculinas y Femeninas para cada una de las franjas del potrero “E”.

El predominio en la proporción de sexos esperado en relación con las áreas de mayor y menor presión de pastoreo, no se vio reflejado en los resultados obtenidos para el potrero “P92” (Figura 2). Del análisis estadístico se desprende que no existen diferencias significativas en la proporción de sexos entre las franjas identificadas ($p=0.2690$). Los resultados negativos con respecto a la variación en la proporción de sexos podría estar relacionados con:

- la heterogeneidad de la pastura, destacándose un reemplazo paulatino de las plantas de *P. ligularis* por otras especies vegetales;
- la extensión del potrero, la cual se redujo a la mitad distorsionando el gradiente de pastoreo al permanecer la aguada fuera del cuadro muestreado.

Tabla 2: Número de individuos Masculinos y Femeninos identificados por Franja para el potrero “P92”.

	<i>FRANJA 1</i>	<i>FRANJA 2</i>	<i>FRANJA 3</i>
<i>Nº Individuos Masculinos</i>	17	22	15
<i>Nº Individuos Femeninos</i>	23	18	25
TOTAL	40	40	40

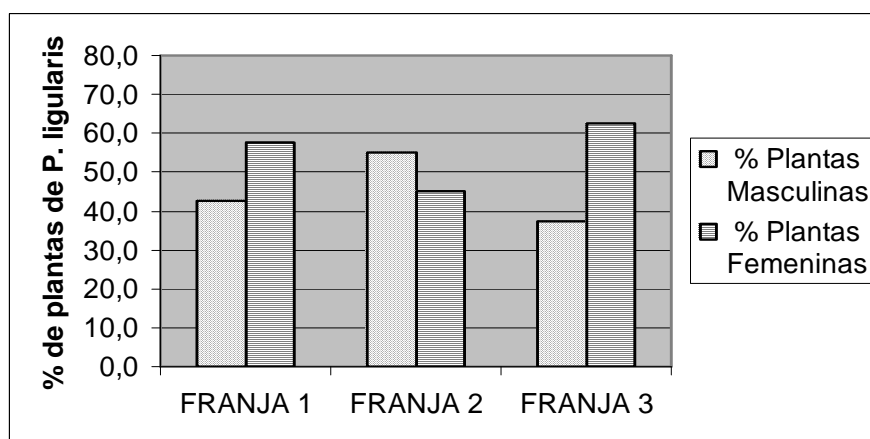


Figura 2: Porcentaje de individuos Masculinos y Femeninos para cada una de las franjas del potrero “P92”.

En la Figura 3 se puede observar, para el potrero “PS”, un cambio en el porcentaje de individuos masculinos y femeninos a medida que nos alejamos del área con mayor presión de pastoreo. Sin embargo del análisis estadístico se desprende que no existen diferencias significativas en la proporción de sexos al comparar las franjas ($p=0.1740$).

Tabla 3: Número de individuos Masculinos y Femeninos identificados por Franja para el potrero “PS”.

	<i>FRANJA 1</i>	<i>FRANJA 2</i>	<i>FRANJA 3</i>
<i>Nº Individuos Masculinos</i>	25	19	17
<i>Nº Individuos Femeninos</i>	15	21	23
<i>TOTAL</i>	40	40	40

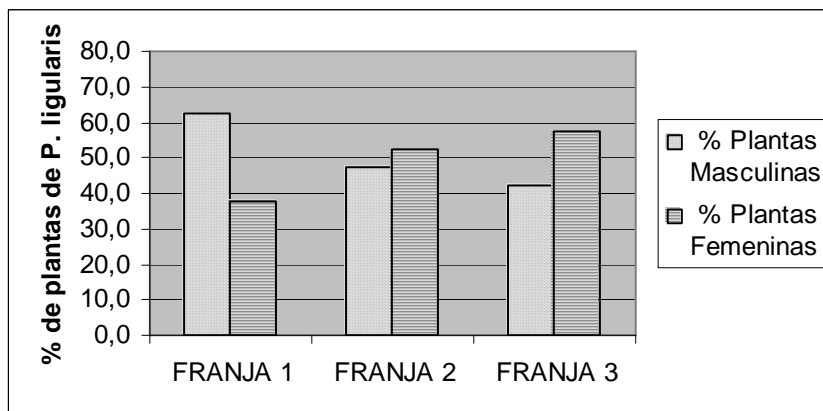


Figura 3: Porcentaje de individuos Masculinos y Femeninos para cada una de las franjas del potrero “PS”.

Comparación entre Potreros

Para realizar la comparación entre los potreros se consideraron todas las plantas muestreadas sin discriminarlas por franja, debido a que las diferencias entre ellas no fueron significativas.

Tabla 4: Número de plantas totales y porcentaje de individuos Femeninos y Masculinos clasificados por potrero

	FEMENINAS		MASCULINAS		TOTAL
	total	%	total	%	
PS	59	49	61	51	120
P92	66	55	54	45	120
E	81	34	156	66	237

La proporción de plantas femeninas en los potreros “PS” y “P92” resultaron similares, difiriendo con el potrero “E”, en el cual el número de plantas masculinas casi duplica a las femeninas. Del análisis de proporciones se concluyó que para el potrero “PS” la proporción

de sexos siguió la distribución 1:1 ($p=0.53$) al igual que para el potrero “P92” ($p=0.16$). Para el potrero “E” la relación entre femeninas y masculinas no es 1:1 ($p<0.0001$), con un porcentaje de individuos femeninos por debajo del 35% (Tabla 5 – Figura 4).

Tabla 5: Valores -p para cada comparación de a pares entre los potreros seleccionados

Comparación	Valor p	Conclusión
PS vs P92	0.3697	No se encuentran diferencias entre los potreros
P92 vs E	0.0081	Se encuentran diferencias entre los potreros
E vs PS	0.0001	Se encuentran diferencias entre los potreros

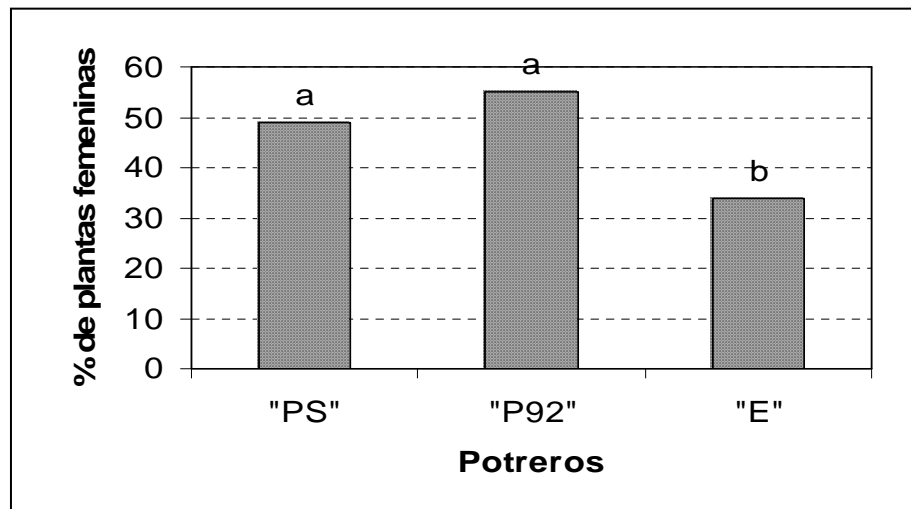


Figura 4: Porcentaje de individuos femeninos clasificados por potrero; letras distintas significan diferencias para $p<0.05$

Si bien en los tres potreros analizados no se evidenció una variación en la proporción de sexos a lo largo del gradiente de pastoreo, se pudo observar en el potrero “PS”, que presentaba el gradiente mejor establecido, una tendencia a alejarse de la proporción esperada 1:1 a favor de los individuos masculinos, a medida que la intensidad de la herbivoría aumentaba. Esta observación podría corresponderse con una segregación espacial de sexos (Bertiller *et al.*, 1999 y Sain y Bertiller, 1999) producida principalmente por la acción del sobrepastoreo. Cabe destacar que en el potrero con mayor presión de pastoreo “E” se demostró un claro predominio de los individuos masculinos, suponiendo una mayor mortandad de plantas femeninas, lo cual podría estar asociado a su mayor costo reproductivo (Bierzchudeck y Eckhart, 1988).

3.1.2. Banco de semillas

Del análisis del banco de semillas de *P. ligularis* realizado se puede observar que el mayor número de semillas/muestra se obtuvo en el potrero “PS” (Tabla 6-Figura 5), con valores promedios que casi duplican al potrero “P92” y superan ampliamente a los registrados en el potrero “E”. Del análisis de varianza realizado solo en el potrero “PS” se obtuvieron diferencias significativas al comparar las franjas que establecen el gradiente de pastoreo ($p < 0.035$). En el caso del potrero “P92” (Tabla 6-Figura 6) y “E” (Tabla 6-Figura 7) no presentaron diferencias significativas entre las franjas para cada uno de ellos con valores de $p = 0,54$ y $p = 0,65$ respectivamente.

En todos los casos el número de semillas por muestra supera la densidad máxima obtenida por Morici (2006) de 4,10 s/m en un pastizal natural. Esta característica estaría relacionada con la mayor densidad de plantas de *P. ligularis* por ser una pastura implantada, sin embargo el promedio de s/m del potrero “E” (5,9 s/m) no se aleja demasiado al máximo informado por Morici (2006).

Tabla 6: Número de semillas promedio de *P. ligularis* por muestra y promedio general por potrero.

	FRANJA 1	FRANJA 2	FRANJA 3	PROMEDIO
POTRERO "PS"	18,8	41,8	56,8	39,1
POTRERO "P92"	18,0	28,6	17,4	21,3
POTRERO "E"	6,2	4,6	7,0	5,9

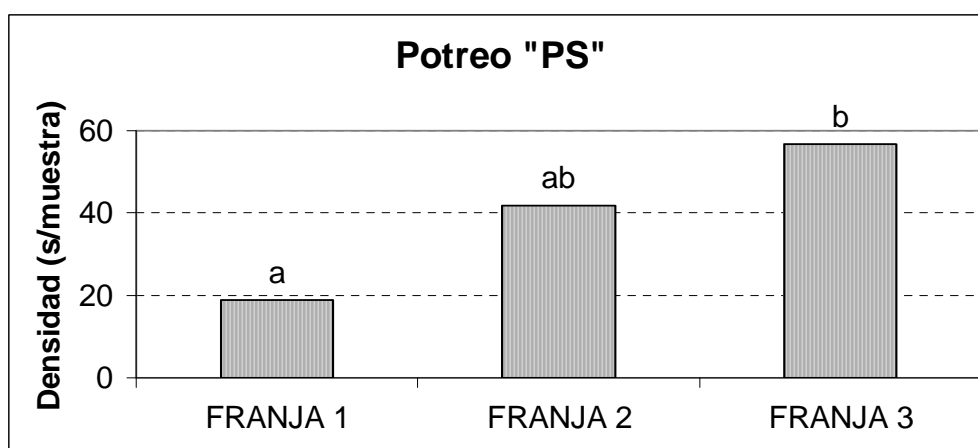


Figura 5: Densidad de semillas (s/muestra) de *P. ligularis* para el potrero “PS” clasificado por Franjas. Letras distintas significan diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las Franjas.

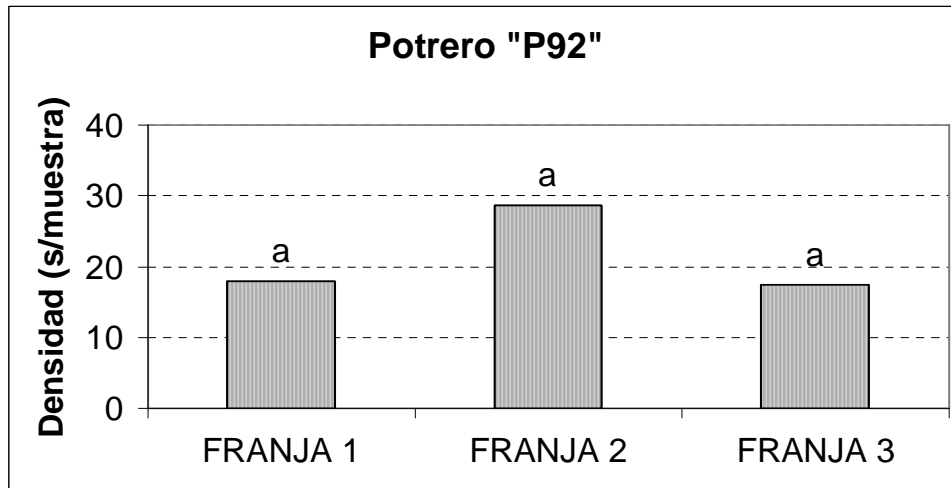


Figura 6: Densidad de semillas (s/muestra) de *P. ligularis* para el potrero “P92” clasificado por Franjas.

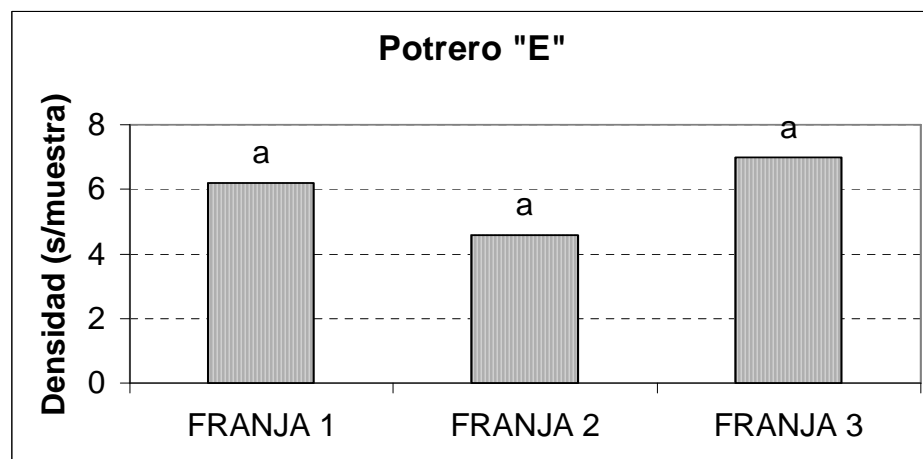


Figura 7: Densidad de semillas (s/muestra) de *P. ligularis* para el potrero “E” clasificado por Franjas.

3.2. Ensayo en Invernáculo

3.2.1. Proporción de sexos de la primera descendencia

De las 114 plantas evaluadas 59 (51,7 %) se identificaron como femeninas y 55 (48,3 %) masculinas; luego de realizar el análisis estadístico no se encontraron evidencias significativas para rechazar la hipótesis nula ($p=0,71$). Si bien estos resultados corresponden a la evaluación de la descendencia en un solo potrero (E), indicarían, al menos preliminarmente, que la proporción de sexos de la primera descendencia se corresponde con la distribución 1:1.

4. CONCLUSIONES

En relación a la primera hipótesis enunciada: “*En poblaciones de P. ligularis sometidas a defoliaciones sucesivas durante varios años, la proporción de plantas femeninas disminuye a medida que la presión de pastoreo aumenta*”, se señala que la misma no pudo ser confirmada dado que, en ninguno de los tres sitios experimentales seleccionados, el gradiente de pastoreo estuvo debidamente representado. Cabe destacar que estas restricciones experimentales obedecieron a la dificultad de encontrar pasturas implantadas de *P. ligularis* con las características buscadas. Si embargo, se observó una tendencia en la variación de la proporción de sexos en uno de los sitios, el potrero “PS”, el cual presentaba un gradiente de pastoreo mejor diferenciado. Por lo tanto, serán necesarias nuevas investigaciones para la convalidación de la hipótesis mencionada.

Respecto a la segunda hipótesis planteada: “*La proporción de sexos esperada de la primer descendencia corresponde a la distribución 1:1*”, se destaca que los datos analizados corresponden a una sola población. Se decidió, por razones de tiempo y presupuesto, evaluar la proporción de sexos de la primera descendencia del sitio que presentó, asociado al manejo del pastoreo, la mayor desigualdad entre la proporción de individuos femeninos y masculinos. De acuerdo a los datos obtenidos, la proporción de sexos de la primera descendencia de la población analizada se correspondió con la distribución esperada de 1:1. Por lo tanto, la hipótesis enunciada es parcialmente aceptada ya que sería necesario evaluar la descendencia de un número mayor de poblaciones.

De acuerdo a la tercer hipótesis: “*La cantidad de semillas de P. ligularis en el suelo disminuye a medida que la presión de pastoreo aumenta, en relación a la disminución en la proporción de individuos femeninos*”, se señala que, únicamente en el potrero “PS” con un gradiente de pastoreo mejor representado, se observó una diferencia biológica y estadísticamente significativa en la densidad de semillas del banco a lo largo del gradiente de pastoreo. Este resultado, es coherente con la tendencia observada en la variación de la proporción de sexos en el mismo sitio de muestreo. Asimismo, se destaca que el potrero manejado con alta presión de pastoreo durante períodos prolongados en el año, la proporción promedio de individuos femeninos no superó el 35 %, resultado que se condice con la baja densidad de semillas del banco que alcanzó un valor promedio de 5,9 s/m.

Por lo expuesto, a partir de estos resultados se puede inferir que en condiciones de alta presión de pastoreo por períodos prolongados, la proporción de individuos femeninos puede disminuir en relación a la esperada para la descendencia de las especies dioicas, afectando negativamente la densidad de semillas del banco. Esta situación podría influir negativamente sobre el reclutamiento de nuevos individuos a partir de semillas, importante mecanismo señalado para la persistencia de las especies perennes invernales en pastizales de regiones semiáridas.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Bertiller, M., P. Graff, J. Ares, C. Sain y A. Bisigato. 1999. Segregación espacial de sexos de *Poa ligularis* en el NE de la Patagonia. Población p. 189. XIX Reunión Argentina de Ecología. Tucumán, Argentina.
- Bierzychudek P. and V. Eckart. 1988. Spatial segregation of the sexes of dioecious plants. *American Naturalist* 132: 34-43.
- Buschiazzo, D.E.; A.R. Quiroga y K. Stahr. 1991. Patterns of organic matter distribution in soils of the semiarid argentinean Pampas. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk*, 154: 437-441.
- Busso, C. 1997. Towards an increased y sustainable production in semiarid rangeland of Central Argentina: two decades of research. *Journal of Arid Environments*, 36: 197-210.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II, Fasc. 2. Acme. Buenos Aires. Argentina. pp. 90
- Cerqueira, E., A. Sáenz, C. Rabotnikof, B. Fernández y C. Chirino. 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.
- Cerqueira, E.D.; A.M. Sáenz y C.M. Rabotnikof. 2004. Seasonal nutritive value of native grasses of Argentine Caldén Forest Range. *Journal of Arid Environments*, 59: 645-656.
- Distel, R.A. y R.M. Boó. 1995. Vegetation states y transitions in temperate semiarid rangelands of Argentina. Presented at the Fifth International Rangeland Congress (Salt Lake City, Utah, July 1995). pp. 118-119.
- Etchepare M. y S. Boccanelli. 2007. Análisis del banco de semillas y su relación con la vegetación emergente en una clausura de la llanura pampeana. Facultad de

Humanidades y Ciencias, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
Asociación Argentina de Ecología. *Ecología Austral* 17: 159-166. Junio 2007

Estelrich, H.D. y A.E. Cano. 1985. Disponibilidad forrajera y determinación de capacidad de carga de un bosque de *Prosopis caldenia*. *Revista Asociación Pampeana Profesionales Ciencias Naturales. Actas I Jornadas de Biología y II Jornadas de Geología de La Pampa. UNLPam, Serie Suplemento 1: 30-35.*

Estelrich, H.D.; C.C. Chirino, B.C. Fernández y E.F. Morici. 1997. Cambios florísticos en los sistemas naturales de la Región Semiárida Pampeana por efecto del pastoreo. XVIII Reunión Argentina de Ecología. Bs. As. Argentina. pp. 43.

Fahnestock, J. T and A. K. Knapp. 1994. Plant responses to selective grazing by bison: interactions between light, herbivory and water stress. *Vegetatio* 115: 123-131.

Frank, E.O. 1993. Ecología y manejo. *In: Jornadas de actualización sobre producción de carne en el caldenal. Santa Rosa, La Pampa.*

Gadgil M. and O.T. Solbrig. 1972. The concept of r and K selection: evidence from wild flowers and some theoretical considerations. *American Naturalist* 106: 14-31.

Grime, J.P. 1979. *Plant strategies y vegetation processes*. Edit. John Willey y Sons. 222 pp.

Harper, J.L. 1990. *Population Biology of Plants*, Academic Press, London, 892 pp.

INTA, Prov. de La Pampa, UNLPam. 1980. *Inventario integrado de los recursos naturales de la provincia de La Pampa*. 493 p.

Johnson, R.G. y R.C. Anderson. 1986. The seed bank of a tallgrass prairie in Illinois. *American Midland Naturalist*, 115: 123-130.

- Kinucan, R.J. y F.E. Smeins. 1992. Soil seed bank of a semiarid Texas grassland under three long-term (36 years) grazing regimen. *American Midland Naturalist*, 128: 11–21.
- Llorens, E. M. 1995_a. Viewpoint: the state and transition model applied to the herbaceous layer of Argentina's caldén forest. *Journal of Range Management*, 48: 442–447
- Llorens, E.M. 1995_b. The state and transition model applied to the herbaceous layer of the Caldén Forest, Argentina. A viewpoint. Presented at the Fifth International Rangeland Congress (Salt Lake City, Utah, July 1995).
- Major, J y W.T. Pyott. 1966. Buried, viable seeds in two California bunchgras sites and their bearing on the definition of a flora. *Vegetatio* 13(5): 253-282.
- Mayor, M.D.; R.M. Boó, D.V. Pelaez y O.R. Elia. 2003. Seasonal variation of the soil seed bank of grasses in central Argentina as related to grazing and shrubs cover. *Journal of Arid Environments*, 53: 467-477.
- Morici, A. M. 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 (Argentina). Tesis Doctoral Universidad de Córdoba, Departamento de Producción Animal, 117p.
- Nicora, E. G. 1977. Gramíneas Argentinas nuevas. *Hickenia* I (18): 99-108
- O'Connor, T.G. y G.A. Pickett 1992. The influence of grazing on seed production and seed banks of some African savanna grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 29: 247–260.
- Pelaez D.; R.M. Boo, O.R. Elia y M.D. Mayor. 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.
- Requesens, E.; M. J. Martinefsky y R. Scaramuzzino. 2004. Banco de semillas de malezas a lo largo de un gradiente microtopográfico en un suelo agrícola de Azul (Buenos Aires).

Facultad de Agronomía, UNCPBA Asociación Argentina de Ecología; Ecología Austral 14: 141-147. Diciembre 2004.

Rosell, R.A. y M.A. Lazzari. 1980. Efecto de la quema del bosque de caldén (*Prosopis caldenia*) sobre la dinámica de los nitratos en el suelo. Revista Investigaciones Agropecuaria 15(3): 449-462.

Sáenz, A., C. Rabotnikof, R. Coppo y E. Cerqueira. 1996. El pastoreo invierno-primaveral y la floración de *Poa ligularis* en el pastizal del caldenal. Revista Argentina de Producción Animal Vol. 16, (Sup. 1): 274.

Sáenz, A. 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 Magíster Área: Recursos Naturales. Escuela para Graduados, Facultad de Agronomía - UBA, 110 p.

Sain, C. y M. Bertiller. 1999. Segregación sexual de *Poa ligularis* en micrositios de distinta fertilidad en el NE de la Patagonia. Población p.214. XIX Reunión Argentina de Ecología. Tucumán, Argentina.

Simpson, R.L.; M.A. Leck y V.T. Parker. 1989. Seed banks: general concepts and methodological issues. Ecology of soil seed banks. Leck, M.A., Parker V.T. y Simpson, R.L. págs. 3-7. San Diego. California. Academic Press.

Templeton, A. R. y D.A. Levin. 1979. Evolutionary consequences of seed pools. American Naturalist, 114: 232-249.

Terenti, O. A. 1996. Estudio de los factores de manejo que incident en la producción de semillas de *Poa ligularis* Nees ap. Steudel ("poa"). Tesis de Magíster en Tecnología de Semillas, Universidad Nacional de Córdoba: Facultad de Ciencias Agropecuarias, 75 p.

Thompson, K. y J.P. Grime. 1979. Seasonal variation in seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. Journal of Ecology, 67: 893-921.

Thurow, T. L. 1991. Hydrology and erosion. Pp: 141-159. *In*: Heitschmidt, R. K. and J. W. Stuth (eds). *Grazing magement. An ecological perspective*. Timber Press, Inc. Portland, Oregon.