

DIFERENCIAS ESTRUCTURALES ENTRE PARCHES DE PASTIZAL DEL CALDENAL Y SU INFLUENCIA SOBRE EL BANCO DE SEMILLAS, EN LA PROVINCIA DE LA PAMPA, ARGENTINA

STRUCTURAL DIFFERENCES BETWEEN CALDENAL PATCHES OF THE RANGELAND AND ITS INFLUENCE ON THE SEED BANK, IN THE PROVINCE OF LA PAMPA, ARGENTINA

Ernesto Morici^{1*}, Valeriano Doménech-García², Gustavo Gómez-Castro², Alicia Kin¹, Alicia Saenz¹, Celia Rabotnikof

¹Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Ruta 35 km 334, CC. 300. Santa Rosa. Argentina. (morici@agro.unlpam.edu.ar). ²Departamento de Producción Animal. Universidad de Córdoba (UCO). Campus de Rabanales. 14014 Córdoba. España. (pa1dogav@uco.es), (pa1gocag@uco.es).

RESUMEN

El aprovechamiento de los pastizales del bosque de calden data de más de 150 años, el cual era dominado por especies forrajeras de porte bajo. Ahora la vegetación está distribuida en parches por efecto del pastoreo, siendo estos: de altura intermedia (dominado por especies no forrajeras), bajos (dominado por especies forrajeras) y los codominados. El objetivo de este trabajo fue evaluar las diferencias de algunas variables estructurales entre parches y su influencia sobre el banco de semillas, en la Provincia de La Pampa, Argentina. Para esta caracterización en el estrato gramíneo-herbáceo se realizaron determinaciones de cobertura aérea, cobertura de mantillo, proporción de suelo, cobertura por especie, densidad de gramíneas perennes y banco de semilla de gramíneas. La diversidad y riqueza específica se determinó a partir de la cobertura de vegetación; para diversidad, se aplicó el índice de Shannon-Weaver. Se encontró que el pastoreo afectó las variables estructurales evaluadas y repercutió en el banco de semilla. La cobertura de vegetación fue máxima en los parches dominados por no forrajeras, mientras que la diversidad y riqueza ocurrió en parches dominados por especies forrajeras bajas y en los codominados. En el banco de semillas de los parches de forrajeras abunda *Stipa trichotoma*, especie perenne no forrajera. Si se agrega que el pastoreo en *Piptochaetium napostaense* afecta la productividad, el vigor y la persistencia de las plantas se estaría frente a una espiral de degradación.

Palabras clave: Banco de semilla, bosque de caldén, cobertura, diversidad, pastoreo.

INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de regiones áridas y semiáridas usados como áreas de pastoreo (Ayoub, 1998), se caracterizan por la distribución de la

ABSTRACT

The use of grasslands in the Caldén forest dates from over 150 years ago, and was dominated by low-height forage species. Now vegetation is distributed in patches, due to the effect of grazing, namely: middle height (dominated by non-forage species), low (dominated by forage species) and the co-dominated. The aim of this work was to evaluate the differences in a few structural variables between patches and their influence on the seed bank in the province of La Pampa, Argentina. For this description in the gramineous-herbaceous structure, aerial cover was established, along with humus cover, soil proportion, cover by species, density of perennial gramineous and gramineous seed bank. The specific diversity and richness was established from the vegetation cover; for Diversity, the Shannon-Weaver index was used. We found that grazing affected the structural variables evaluated and had a repercussion on the seed bank. The vegetation cover reached its highest in patches dominated by non-forage species, while diversity and richness was present in patches dominated by lower forage and co-dominated species. In the seed bank of the patches of forages, there is abundant *Stipa trichotoma*, a perennial, non-forage species. If we add that grazing in *Piptochaetium napostaense* affects productivity, vigor and permanence of plants, we would be facing a spiral of degradation.

Key words: Seed bank, caldén forest, cover, diversity, grazing.

INTRODUCTION

Ecosystems in arid and semi-arid regions, used as grazing areas (Ayoub, 1998), have characteristic vegetation distribution in patches (Aguar and Sala, 1999; Maestre and Cortina, 2005), which are defined as an internally homogenous resource group, that differs from neighboring areas (Barrows, 1996). The group of species within the patch is apparently due to new individuals settling near adult plants, where highest concentrations can be found of seeds, water, nutrients and a beneficial microclimate

* Autor responsable ♦ Author for correspondence.

Recibido: Noviembre, 2008. Aprobado: Abril, 2009.

Publicado como ARTÍCULO en *Agrociencia* 43: 529-537. 2009.

vegetación en parches (Aguiar y Sala, 1999; Maestre y Cortina, 2005), los cuales están definidos como un grupo de recursos homogéneo internamente, que difiere de las áreas vecinas (Barrows, 1996). La agrupación de las especies dentro del parche se debería al establecimiento de nuevos individuos en la cercanía de las plantas adultas, donde se produce la concentración de semillas, agua, nutrientes, la presencia de un microclima beneficioso que permitiría el establecimiento de nuevas plántulas (Callaway, 1995), así como también el pastoreo (Morici *et al.*, 2003; Bisigato *et al.*, 2005). Este último cambia la habilidad competitiva de las plantas favoreciendo a algunas sobre otras (Moretto y Distel, 1999). Como consecuencia, disminuye la cobertura o desaparecen las especies nativas apetecidas por el ganado y son reemplazadas por otras de menor valor forrajero o exóticas (Cerqueira *et al.*, 2000, 2004; Guevara *et al.*, 2002; Morici *et al.*, 2006b). Además, el pastoreo promueve cambios en la diversidad y en la riqueza florística (Patón *et al.*, 1995; Morici *et al.*, 2003), cuya magnitud depende de su intensidad y frecuencia (Morici *et al.*, 2006b) como también de la estacionalidad. La composición botánica de un pastizal depende de un conjunto de factores biológicos, edafológicos, microclimáticos, competencia inter e intra específica, banco de semillas y del manejo (Olivares, 1989; Patón *et al.*, 1995).

Los herbívoros domésticos, al pastorear un área, establecen un modelo de consumo que se acentúa con el tiempo (Bailey *et al.*, 1996; Turner, 1999); consumen en áreas con concentraciones relativamente altas de nutrientes generando unos parches no pastoreados y otros sobrepastoreados (Bailey *et al.*, 1996). Después los animales siguen pastoreando las especies deseables y por tanto los parches sobrepastoreados son ampliados y dominados por especies de menor valor forrajero (Kellner y Bosch, 1992). La acción de los herbívoros en los pastizales también afecta la producción de semillas, dependiendo de la estación del año y de la duración (Harper, 1990). El ganado doméstico produce un mayor efecto alrededor de la fuente de agua, donde el pastoreo y el pisoteo influyen la densidad de semillas de *Piptochaetium napostaense* (Morici *et al.*, 2006b).

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 provocando una reducción de la colonización por plántulas (Smith *et al.*, 2000) y un agotamiento del banco (Hodgkinson, 1992). Asimismo, se desencadenaría la posible extinción de las especies forrajeras en los parches sobrepastoreados. Según Morici *et al.* (2003)

for the development of plantlets (Callaway, 1995) and grazing (Morici *et al.*, 2003; Bisigato *et al.*, 2005). The latter changes the competitive ability of plants, favoring some over others (Moretto and Distel, 1999). As a consequence, the cover diminishes, or native plants preferred by cattle disappear and are replaced by other exotic ones, or of lesser forage value (Cerqueira *et al.*, 2000, 2004; Guevara *et al.*, 2002; Morici *et al.*, 2006b). Also, grazing promotes changes in flower diversity and richness (Patón *et al.*, 1995; Morici *et al.*, 2003), the magnitude of which relies on its intensity and frequency (Morici *et al.*, 2006b), as well as seasonality. The botanical makeup of a rangeland depends on a set of biological, edaphological, and microclimatic factors, along with inter- and intra-specific competition, seed banks and handling (Olivares, 1989; Patón *et al.*, 1995).

When domestic herbivores graze an area, they establish a feeding pattern that becomes accentuated with time (Bailey *et al.*, 1996; Turner, 1999); they graze in areas with relatively high concentrations of nutrients, creating some ungrazed patches and other overgrazed ones (Bailey *et al.*, 1996). Later, animals keep grazing on the desired species, making overgrazed patches larger and dominated by species with less forage value (Kellner and Bosch, 1992). The action of the herbivores on the grasslands also affects seed production, depending on the season of the year and the duration (Harper, 1990). Domestic cattle produce a greater effect around water sources, where grazing and trampling affect the density of *Piptochaetium napostaense* seeds (Morici *et al.*, 2006b).

It is worth considering the effect of grazing on the dynamics of vegetation from the production and scattering of seeds (Noy-Meir, 1990; Fernández *et al.*, 1992; Bertiller, 1996), since grazed plants produce a lower number of seeds, causing a reduction in the colonization by plantlets (Smith *et al.*, 2000) and an exhaustion of the bank (Hodgkinson, 1992). Likewise, it would trigger the possible extinction of the forage species in overgrazed patches. According to Morici *et al.* (2003), in the community of low and medium grasses of the caldenal, the most destructive effect of the pressures of grazing is the inefficient use of forage resources with overuse in some sectors, and underuse in others, possibly affecting populations of forage species on the long term.

Characteristics of the area of the calden forest (32° 43'-39° 44' S y 66° 44'- 62° 00' W) include its climatic instability, with con broad temperature fluctuations and reduced, seasonal rainfalls (INTA *et al.*, 1980). This region, before cattle was introduced, was an open forest with dense, low gramineous grasslands, species eaten by cattle. The study of phytoliths of forage species in patches of non-forage ones indicates a recent

en la comunidad de pastos bajos e intermedios del caldenal, el efecto más destructivo de las presiones de pastoreo es el uso ineficiente de los recursos forrajeros con sobreutilización en algunos sectores y subutilización en otros, pudiendo afectar a las poblaciones de especies forrajeras a largo plazo.

La región del bosque de caldén (32° 43' - 39° 44' S y 66° 44' - 62° 00' O) se caracteriza por su inestabilidad climática, con amplias fluctuaciones de temperatura y precipitaciones reducidas y estacionales (INTA *et al.*, 1980). Esta región, antes de la introducción de la ganadería, era un bosque abierto con pastizal denso de gramíneas bajas, especies consumidas por el ganado. El estudio de fitolitos de especies forrajeras en parches de no forrajeras indica un reemplazo reciente de especies forrajeras por no forrajeras (Gallego y Distel, 2001; 2004). En este sistema el aumento del pastoreo ha causado la desaparición de especies deseables de porte bajo, de desarrollo invernal, buenas forrajeras y muy buscadas por los herbívoros, como *Poa ligularis*, *P. napostaense*, *Stipa longiglumis* y *S. tenuis* (Bontti *et al.*, 1999; Rabotnikof *et al.*, 2000; Cerqueira *et al.*, 2000, 2004). Al mismo tiempo, han aumentado las especies no forrajeras de porte intermedio *S. tenuissima*, *S. ichu*, *S. trichotoma*, y *S. brachychaeta* (Llorens y Frank, 1999), al colonizar éstas los espacios generados por la desaparición de las especies forrajeras (Pelaez *et al.*, 1992). Por esta razón, se puede encontrar en el pastizal del caldenal, parches con pastizal bajo de gramíneas forrajeras y otros de porte intermedio con dominancia de especies no forrajeras (Llorens, 1995; Distel y Bóo, 1995); los sistemas donde abundan este último tipo de parches son de baja receptividad ganadera (Sáenz *et al.*, 2000). Para el mantenimiento y mejoramiento del pastizal natural, Marchi *et al.* (1990) propusieron pastoreos continuos a baja carga o pastoreos estacionales con cargas adecuadas y descansos en la vigorización y floración-semillazón. Por tanto el objetivo del presente trabajo fue determinar las posibles diferencias en algunas variables estructurales entre parches y su influencia en el banco de semillas de gramíneas por efecto del pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El área de estudio está ubicada en el Establecimiento Bajo Verde (36° 28' 48" S, 64° 35' 03" O, 235 m), en la región semiárida central de la Provincia de La Pampa (Argentina), a unos 40 km al NO de Santa Rosa (capital de la provincia). El sistema de pastoreo es estacional, con cargas (de bovino de cría) adecuadas a la biomasa forrajera (0.1 y 0.3 U.G. ha⁻¹ año⁻¹) y descansos en las épocas de vigorización (marzo, abril y mayo) y floración-semillazón (octubre, noviembre y diciembre) de las gramíneas invernales.

replacement of forage species for non-forage ones (Gallego and Distel, 2001; 2004). In this system, the increased grazing has caused the disappearance of short desired species that grow in the winter, make good forage, and are widely sought out by herbivores, such as *Poa ligularis*, *P. napostaense*, *Stipa longiglumis* and *S. tenuis* (Bontti *et al.*, 1999; Rabotnikof *et al.*, 2000; Cerqueira *et al.*, 2000, 2004). At the same time, medium non-forage species *S. tenuissima*, *S. ichu*, *S. trichotoma* and *S. brachychaeta* have increased (Llorens y Frank, 1999), by colonizing the spaces created by the disappearance of forage species (Pelaez *et al.*, 1992). For this reason, it is possible to find patches of short graminaceous forage, and other medium-sized ones, with dominance of non-forage species, in the grassland of caldenal (Llorens, 1995; Distel and Bóo, 1995); the systems where the latter are abundant have low cattle receptivity (Sáenz *et al.*, 2000). For the maintenance and improvement of natural grasslands, Marchi *et al.* (1990) suggested continuous light grazing or seasonal grazing with adequate loads and breaks in the invigoration and the flowering- seeding period. The objective of this work was, therefore, to establish the possible differences in some structural variables between patches and its influence on the graminaceous seed bank due to grazing.

MATERIALS AND METHODS

Area of study

The area of study is located in the *Establecimiento Bajo Verde* (36° 28' 48" S, 64° 35' 03" W, 235 m), in the semi-arid central area of the province of La Pampa (Argentina), approximately 40 km NW of Santa Rosa (capital of the province). The grazing system is seasonal, with loads (bovine stock breed) adequate to the forage biomass (stocking rate 0.1 and 0.3 ha⁻¹ year⁻¹) and breaks in the seasons of invigoration (March, April and May) and flowering- seeding (October, November and December) of winter graminaceous.

The area is physiologically dominated by an open forest, deciduous with *Prosopis caldenia* Burkart (caldén). The graminaceous-herbaceous stratus is composed of forage species such as *P. napostaense* (Speg.) Hackel, *P. ligularis* Nees ex Steudel and *S. tenuis* (Phil.); and of non-forage species such as *S. trichotoma* Nees., *S. ichu* Ruiz and Pav, *S. tenuissima* (Trin.) and *S. brachychaeta* (Godron) (INTA *et al.*, 1980).

The average temperature of the coldest month (July) is 7.3 °C and of the warmest month (January) 23 °C. The average time period free of frost is approximately 200 d (INTA *et al.*, 1980). Average annual rainfall is 550 mm, with a water shortage of 200 mm; rainfall distribution is highly variable between and within years (Vergara and Casagrande, 2002). The most frequent wind direction is N-NE and S-SW; average speed is 10 km h⁻¹ (INTA *et al.*, 1980). The area's soil is Haplustol entico, loamy thicken, mixed, thermic (INTA *et al.*, 1980).

AGROCIENCIA, 1 de julio - 15 de agosto, 2009

El área fisonómicamente está dominada por un bosque abierto, caducifolio de *Prosopis caldenia* Burkart (caldén). El estrato graminoso-herbáceo está compuesto por especies forrajeras como *P. napostaense* (Speg.) Hackel, *P. ligularis* Nees ex Steudel y *S. tenuis* (Phil.); y por especies no forrajeras como *S. trichotoma* Nees., *S. ichu* Ruiz y Pav, *S. tenuissima* (Trin.) y *S. brachychaeta* (Godron) (INTA *et al.*, 1980).

La temperatura media del mes más frío (julio) es 7.3 °C y del mes más cálido (enero) 23 °C. El período medio libre de heladas es aproximadamente 200 d (INTA *et al.*, 1980). La precipitación anual promedio es 550 mm, con un déficit hídrico de 200 mm; la distribución de la precipitación es altamente variable dentro y entre años (Vergara y Casagrande, 2002). La dirección de los vientos más frecuentes es del N-NE y S-SO; la velocidad promedio es de 10 km h⁻¹ (INTA *et al.*, 1980). El suelo del área de estudio es Haplustol éntico, familia franco gruesa, mixta, térmica (INTA *et al.*, 1980).

Metodología de trabajo

Con el objeto de cuantificar las diferencias estructurales en el pastizal del caldenal se seleccionó un sitio de 10 ha (en la parte central de un potrero de 600 ha), donde se marcaron seis bloques. En cada uno de ellos se ubicaron tres tipos de parches de por lo menos 100 m² cada uno. Los parches fueron: 1) con dominancia de gramíneas forrajeras bajas (menos de 30 cm de altura, DF); 2) de no forrajeras intermedias (50 a 80 cm altura, DNF); 3) codominados (CFNF). Cuando se presentaron parches muy próximos se utilizó como criterio de separación una distancia mínima de 2 m.

Para caracterizar los parches se determinó en el estrato graminoso-herbáceo: Cobertura total y por especie, cobertura de mantillo, proporción de suelo y densidad de gramíneas perennes. Esta determinación se realizó en parcelas de 0.25 m² (n=5; Morici *et al.*, 2003). Con los datos de cobertura se realizó el análisis de Correspondencia. Para diversidad se aplicó el índice de Shannon-Weaver (1963) referido por Magurran (1989):

$$H' = -p_i \ln p_i$$

donde, H' : diversidad; p_i : proporción de cada especie en la muestra; ln: logaritmo natural neperiano.

Para analizar el banco de semillas de gramíneas se recolectaron (30 d después de la caída de los cariopsis y antes de la germinación) cinco muestras de suelo por parche, mediante un cilindro (6 cm diámetro) y a 6 cm de profundidad incluido el mantillo, en febrero. Las muestras se lavaron, tamizaron, secaron y se extrajeron las semillas por observación con lupa binocular.

Las especies halladas fueron clasificadas en forrajeras bajas y no forrajeras intermedias, según la selectividad que realiza el ganado doméstico (Morici *et al.*, 2003) y además se consideró su ciclo de vida, como anuales o perennes. Las diferencias entre parches fueron evaluadas mediante ANOVA, para la comparación de medias se utilizó Tukey ($p \leq 0.05$), con el programa estadístico Statgraphics plus.

Methodology

In order to quantify the structural differences in the caldenal grasslands, a 10-hectare area was chosen (in the center of a 600 ha pasture), where six blocks were marked. In each one, three types of patches were located, at least 100 m² each. The patches were: 1) dominated by short forage gramineous (lower than 30 cm tall, DF); 2) non-forage, medium height (50 to 80 cm tall, DNF); 3) co-dominated (CFNF). When patches were very close to each other, the separation criterion used was a minimum distance of 2 m.

To describe the patches, the following was determined in the gramineous-herbaceous: total cover and cover by species, humus cover, proportion of soil and density of perennial gramineous. This was carried out in 0.25 m² plots (n=5; Morici *et al.*, 2003). Using the cover data, a Analysis of Correspondence was carried out. For diversity, the Shannon-Weaver index (1963) was applied, referred by Magurran (1989):

$$H' = -p_i \ln p_i$$

where, H' : diversity; p_i : proportion of each species in the sample; ln: Neper natural logarithm.

In order to analyze the gramineous seed bank, 5 soil samples were taken in February from each patch (30 days after the fall of the caryopsis and before germination), using a cylinder (6 cm diameter) and at a depth of 6 cm, including humus. Samples were washed, sieved, dried and the seeds were extracted by eye using a binocular magnifying glass.

The species found were classified in short forage plants and medium-sized non-forage ones, according to the selectivity of domestic cattle (Morici *et al.*, 2003), and their life cycles were also considered, as annual or perennial. Differences between patches were evaluated using ANOVA; for comparison of medians Tukey ($p \leq 0.05$) was used, with the Statgraphics plus statistical program.

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of cover data helped separate the three types of patches studied. The medium-sized patches are dominated by *S. trichotoma* (gramineous, non-forage, winter growth). The gramineous forage *P. napostaense* and *P. ligularis*, of winter growth, dominate the shorter areas, while the co-dominated ones contain all three species. Axis I absorbed 82.79 % of the variance of the system, while axis II absorbed 6.18 % (Figure 1). Observing axis I we can see a continuous replacement of forage species for non-forage ones.

Plant cover was at its highest on patches with non-forage (DNF), presenting differences with the ones with forages (DF) and the co-dominated (CFNF) (Table 1). On the other hand, the cover of humus and soil reached their highest value in the DF patches (31.99

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de los datos de cobertura de las especies permitió separar los tres tipos de parches estudiados. Los parches de porte intermedio se encuentran dominados por *S. trichotoma* (gramínea no forrajera de desarrollo invernal). Las gramíneas forrajeras *P. napostaense* y *P. ligularis*, de crecimiento invernal, dominan las áreas de porte bajo, mientras que en las codominadas se encuentran las tres especies. El eje I absorbió 82.79 % de la varianza del sistema mientras que el eje II absorbió 6.18 % (Figura 1). Considerando el primer eje se observa un reemplazo continuo de especies forrajeras por no forrajeras.

La cobertura vegetal fue máxima en los parches de no forrajeras (DNF) presentando diferencias con los de forrajeras (DF) y los codominados (CFNF) (Cuadro 1). Por el contrario, la cobertura de mantillo y suelo alcanzaron su valor máximo en los parches DF (31.99 y 12.17 %), difiriendo con parches DNF pero no con los de CFNF.

La cobertura de *P. napostaense* fue máxima en DF (28.00 %) y mínima en parches DNF (3.37 %) (Cuadro 1). No hubo diferencias para *P. ligularis* entre los parches DF y los DNF (Cuadro 1). El comportamiento de *S. trichotoma* fue inverso a *P. napostaense* (Cuadro 1). Los parches dominados por *P. napostaense* y *P. ligularis* (DF) tuvieron una menor cobertura debido a que el pastoreo remueve el tejido fotosintético (Bisigato *et al.*, 2005) produciendo una reducción de la cobertura (Morici *et al.*, 2006a), mientras que los parches dominados por *S. trichotoma* (sin valor forrajero) presentan la mayor cobertura. Esta última especie no es consumida por los bovinos que la evitan debido a su bajo valor forrajero por su alto contenido de lignina (Cerqueira *et al.*, 2000, Cerqueira *et al.*, 2004), por lo cual se vuelve dominante, produciendo una disminución de la receptividad ganadera.

Respecto a la densidad de gramíneas perennes (Cuadro 2) solo tres especies presentaron diferencias ($p \leq 0.05$), *P. napostaense* y *P. ligularis* con el máximo en parches DF (46.28 y 28.80 pl m⁻²) y mínimo en DNF, mientras que lo inverso se registró para *S. trichotoma*, con menor y mayor densidad en DF y DNF (9.2 y 19.60 pl m⁻²).

La máxima diversidad se encontró en los parches DF (1.31), siendo similar al de los CFNF, en tanto que resultó significativamente menor en DNF (Cuadro 3). La riqueza específica fue máxima en DF (7.00) no difiriendo de CFNF, pero estas dos sí fueron significativamente diferentes a las áreas DNF (Cuadro 3). La riqueza específica total fue de 25 especies en las áreas dominadas por forrajeras (Cuadros 1 y 3). Esto concuerda con autores que consideran que el pastoreo

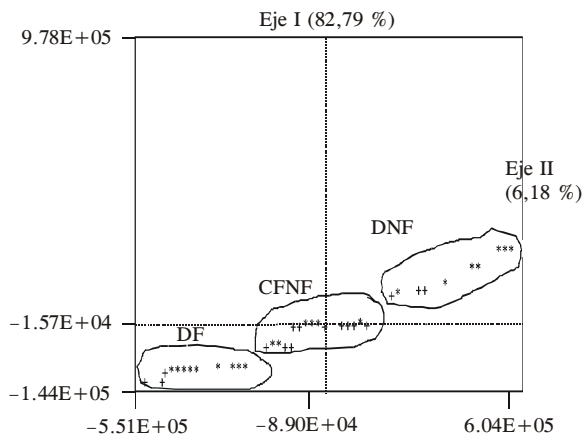


Figura 1. Análisis de correspondencia con los datos de cobertura. Parches: DNF con dominancia de especies no forrajeras, DF con dominancia de especies forrajeras y CFNF con codominancia de especies forrajera y no forrajeras. Entre paréntesis varianza absorbida.

Figure 1. Analysis of Correspondence with the cover data. Patches: DNF with dominance of non-forage species, DF with dominance of forage species, and CFNF with co-dominance of both types of species. In brackets, absorbed variance.

and 12.17 %), making a difference with DNF patches, but not with CFNF ones.

The cover of *P. napostaense* was highest in DF (28.00 %) and lowest in DNF patches (3.37 %) (Table 1). There were no differences for *P. ligularis* between DF and DNF patches (Table 1). The behavior of *S. trichotoma* was inverted in relation to *P. napostaense* (Table 1). Patches dominated by *P. napostaense* and *P. ligularis* (DF) had a lower cover due to grazing moving photosynthetic tissue (Bisigato *et al.*, 2005), producing a reduction in cover (Morici *et al.*, 2006a), while patches dominated by *S. trichotoma* (no forage value) display the greatest cover. The latter species is not eaten, but instead avoided by bovines, as it contains low forage value due to its high lignin content (Cerqueira *et al.*, 2000, Cerqueira *et al.*, 2004), therefore becoming dominant, producing a drop in cattle receptivity.

Concerning the perennial gramineous (Table 2), only three species displayed any differences ($p \leq 0.05$): *P. napostaense* and *P. ligularis*, with its peak in DF patches (46.28 and 28.80 pl m⁻²) and its minimum in DNF, while the opposite was recorded for para *S. trichotoma*, with lower and larger densities in DF and DNF (9.2 and 19.60 pl m⁻²).

Maximum diversity was found in DF patches (1.31), similar to those of CFNF, while it was significantly lower in DNF (Table 3). Specific richness was highest in DF (7.00), no different to CFNF, although these

Cuadro 1. Cobertura aérea vegetal (específica, total, forrajeras y no forrajeras) cobertura de mantillo y proporción de suelo (%) para cada tipo de parche.

Table 1. Aerial plant cover (specific, total, forage and non-forage) humus cover and soil proportion (%) for each type of patch.

CF	Especie	C	DF	CFNF	DNF
f	<i>Piptochaetium napostaense</i>	P	28.00 (a)	15.37 (b)	3.37 (c)
f	<i>Poa ligularis</i>	P	13.73 (a)	10.13 (a)	3.07 (b)
f	<i>Stipa longiglumis</i>	P	0.00 (a)	0.03 (a)	0.00 (a)
f	<i>Briza subaristata</i>	P	2.80 (a)	2.23 (a)	0.93 (a)
f	<i>Poa lanuginosa</i>	P	0.00 (a)	0.00 (a)	0.03(a)
f	<i>Bromus brevis</i>	A	0.40 (a)	0.13 (a)	0.00 (a)
f	<i>Bothriochloa springfieldii</i>	P	0.00 (a)	1.00 (a)	0.17 (a)
f	<i>Vulpia octoflora</i>	A	0.07 (a)	0.03 (a)	0.03 (a)
f	<i>Rychoxia senna</i>	P	0.03 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
f	<i>Medicago minima</i>	A	0.03 (a)	0.10 (a)	0.03 (a)
nf	<i>Stipa trichotoma</i>	P	6.30 (c)	28.00 (b)	64.47 (a)
nf	<i>Stipa tenuissima</i>	P	0.13 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
nf	<i>Aristida spigazinii</i>	P	0.00 (a)	0.00 (a)	0.67 (a)
nf	<i>Schedonardus paniculatus</i>	P	0.00 (a)	0.00 (a)	0.33 (a)
nf	<i>Plantago patagonica</i>	A	0.37 (a)	0.43 (a)	0.17 (a)
nf	<i>Gamochoeta</i>	A	0.53 (a)	1.03 (a)	0.70 (a)
nf	<i>Gaillardia megapotaemicum</i>	P	0.83 (a)	0.53 (a)	0.20 (a)
nf	<i>Baccharis crispa</i>	P	0.33 (a)	0.33 (a)	0.13 (a)
nf	<i>Baccharis ulisina</i>	P	0.10 (a)	0.00 (a)	0.10 (a)
nf	<i>Baccharis gillesii</i>	P	0.27 (a)	0.23 (a)	0.30 (a)
nf	<i>Daucus pusillus</i>	A	0.63 (a)	0.43 (a)	0.43 (a)
nf	<i>Facelis retusa</i>	A	0.03 (a)	0.07 (a)	0.00 (a)
nf	<i>Coniza boneriensis</i>	A	0.40 (a)	0.23 (a)	0.53 (a)
nf	<i>Gphalium philippii</i>	A	0.03 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
nf	<i>Alchemilla parodii</i>	A	0.03 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
nf	<i>Boopis antemoides</i>	P	0.03 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
nf	<i>Prosopis caldenia</i>	P	0.06 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
nf	<i>Cardus thormeris</i>	A	0.50 (a)	0.30 (a)	0.17 (a)
nf	<i>Hipocharis</i>	P	0.17 (a)	0.00 (a)	0.07 (a)
nf	<i>Glandularia pulchela</i>	P	0.07 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
nf	<i>Rielburnium richerdianun</i>	P	0.00 (a)	0.07 (a)	0.03 (a)
nf	<i>Solanun eleagnifolium</i>	P	0.00 (a)	0.06 (a)	0.03 (a)
nf	<i>Nierenbergia aristata</i>	P	0.00 (a)	0.00 (a)	0.03 (a)
nf	<i>Dichondra</i>	P	0.00 (a)	0.00 (a)	0.04 (a)
Vegetación			55.84 (b)	60.70 (b)	76.03 (a)
Suelo			12.17 (a)	9.26 (a)	4.37 (b)
Mantillo			31.99 (a)	30.04 (a)	19.60 (b)

CF= calidad forrajera; C= ciclo; DF= dominancia de forrajeras; CFNF= codominancia de forrajeras y no forrajeras; DNF= dominancia de no forrajeras; f = forrajera; nf = no forrajera; A= anual; P= perenne. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los parches.

por bovinos modifica la diversidad florística y la riqueza específica (Robles Cruz *et al.*, 2001; Morici *et al.*, 2003; Estelrich *et al.*, 2005).

En el banco de semillas se encontraron 12 gramíneas (Cuadro 4); *P. ligularis* y *S. trichotoma* fueron las especies que mostraron diferencias significativas entre los parches en estudio, aunque *P. napostaense* alcanzó el mayor número de semillas en DF. El máximo registro de *P. ligularis* fue en las áreas DF. En DNF *S. trichotoma* mostró su mayor densidad, exhibiendo diferencias significativas con DF. El mayor número de semillas *S. trichotoma* en DF podría indicar la degradación del parche, ya que las plantas pastoreadas producen un menor número de semillas y esto puede

two were significantly different to the DNF areas (Table 3). Total specific richness was of 25 species in areas dominated by forage (Tables 1 and 3). This agrees with authors who consider that grazing by bovines modifies flower diversity and specific richness (Robles Cruz *et al.*, 2001; Morici *et al.*, 2003; Estelrich *et al.*, 2005).

Twelve gramineous were found in the seed bank (Table 4); *P. ligularis* and *S. trichotoma* were the species that presented significant differences between patches studied, although *P. napostaense* reached the highest number of seeds in DF. The highest record for *P. ligularis* was in the DF areas. In DNF *S. trichotoma* presented its greatest density, displaying significant

DIFERENCIAS ESTRUCTURALES ENTRE PARCHES DE PASTIZAL DEL CALDENAL Y SU INFLUENCIA SOBRE EL BANCO DE SEMILLAS

Cuadro 2. Densidad total y específica de gramíneas perennes, forrajeras y no forrajeras en los parches (pl m⁻²).
Table 2. Total and specific density of perennial, forages and non-forage gramineous in the patches (pl m⁻²).

CF	Especie	DF	CFNF	DNF
f.	<i>Piptochaetium napostaense</i>	46.28(a)	37.32(a)	16.40(b)
f.	<i>Poa ligularis</i>	28.80(a)	24.00(ab)	15.20(b)
f.	<i>Briza subaristata</i>	6.52(a)	6.40(a)	2.70(a)
f.	<i>Stipa longiglumis</i>	0.00(a)	0.28(a)	0.00(a)
f.	<i>Bothriochloa sprigfieldii</i>	0.00(a)	1.60 (a)	0.10(a)
nf.	<i>Stipa trichotoma</i>	9.20(b)	15.08(a)	19.60(a)
nf.	<i>Stipa tenuissima</i>	0.28(a)	0.00(a)	0.00(a)
nf.	<i>Aristida spagazinii</i>	0.00(a)	0.00(a)	0.26(a)
nf.	<i>Echedonardus paniculatus</i>	0.00(a)	0.00 (a)	1.07(a)

C.F. = calidad forrajera; DF= dominancia de especies forrajeras; CFNF= codominancia de especies forrajeras y no forrajeras; DNF= dominancia de especies no forrajeras; f = forrajera; nf = no forrajera. Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05) entre los parches.

reducir la colonización por plántulas (Smith *et al.*, 2000), dando oportunidad al incremento de especies no forrajeras.

Los disturbios continuos provocados por los bovinos producen cambios en el patrón de distribución de la vegetación; así el reemplazo o desaparición de especies, influye en el crecimiento de plantas individuales y la dispersión de propágulos y por consiguiente, la estructura y composición del banco de semillas (Morici *et al.*, 2006b).

Los resultados obtenidos coinciden con los planteados por Morici *et al.* (2003) quienes consideran que el efecto más destructivo del pastoreo se produce por la utilización ineficiente de los recursos forrajeros. Por tanto, las recomendaciones indicadas para el mantenimiento del pastizal con planteamientos de

Cuadro 4. Densidad de semillas de gramíneas (semillas m⁻²).
Table 4. Density of gramineous seeds (seeds m⁻²).

C.F.	Especie	DF	CFNF	DNF
f.	<i>Piptochaetium napostaense</i>	1747.4 (a)	1743.3.93 (a)	1191.7 (a)
f.	<i>Poa ligularis</i>	1449.8 (a)	505.7 (b)	434.9 (b)
nfp.	<i>Stipa trichotoma</i>	9275.1 (b)	12294.9 (ab)	16665.5 (a)
nfp.	<i>Stipa tenuissima</i>	201.6 (a)	272.3 (a)	318.3 (a)
nfa.	<i>Vulpia octoflora</i>	201.6 (a)	10.6 (a)	35.4 (a)
f.	<i>Bromus brevis</i>	353.6 (a)	95.5 (a)	70.7 (a)
f.	<i>Briza subaristata</i>	530.4 (a)	601.1 (a)	576.4 (a)
f.	<i>Digitaria californica</i>	10.6 (a)	10.6 (a)	0.00 (a)
nfp.	<i>Stipa ichu</i>	24.7 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
f.	<i>Stipa tenuis</i>	0.00 (a)	0.00 (a)	10.6 (a)
f.	<i>Panicum bergii</i>	35.4 (a)	0.00 (a)	0.00 (a)
f.	<i>Bothriochloa sprigfieldii</i>	0.00 (a)	0.00 (a)	24.7 (a)

C.F. calidad forrajera; DF= dominancia de especies forrajeras; CFNF= codominancia de forrajeras y no forrajeras; DNF= dominancia de especies no forrajeras; f.= gramíneas forrajeras; nfp.= gramíneas no forrajeras perennes; nfa.= gramíneas no forrajeras anuales. Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05) entre los parches.

Cuadro 3. Diversidad y riqueza específica de los parches.
Table 3. Diversity and specific richness of the patches.

	DF	CFNF	DNF
Diversidad	1.31 (a)	1.26 (a)	0.62 (b)
Riqueza específica promedio	7.00 (a)	6.66 (a)	5.56 (b)
Riqueza específica máxima y mínima	11-14	11-14	10-14
Riqueza específica total	25	20	24

DF= dominancia de especies forrajeras; CFNF= codominancia de especies forrajeras y no forrajeras; DNF= dominancia de especies no forrajeras. Letras distintas indican diferencias significativas (p≤0.05) entre los parches.

differences with the DF. The largest number of *S. trichotoma* seeds in DF could indicate the degradation of the patch, since grazed plants produce fewer seeds and this could reduce colonization by plantlets (Smith *et al.*, 2000), increasing the possibilities of more non-forage species.

Ths constant disturbances caused by bovinos produce changes in the plant distribution pattern; in this way, the replacement or disappearance of species affects plant growth and propagule dispersion, and consequently, the structure and makeup of the seed bank (Morici *et al.*, 2006b).

The results coincide with those obtained by Morici *et al.* (2003), who consider that the most destructive effect of grazing is produced by the inefficient use of forage resources. Therefore, the stated recommendations for the maintenance of grasslands with continuous light-loaded or seasonal grazes with adequate loads and breaks in the invigoration and flowering- seeding (Marchi *et al.*, 1990) would properly speed up its degradation, since only gramineous forage would be grazed on, reducing their possibilities of survival (Briske, 1991).

pastoreos continuos a baja carga o pastoreos estacionales con cargas adecuadas y descansos en la vigorización y floración-semillazón (Marchi *et al.*, 1990) propiamente acelerarían su degradación, ya que sólo las gramíneas forrajeras serían pastoreadas, disminuyendo sus posibilidades de sobrevivencia (Briske, 1991). Además se favorecería una menor producción de semillas (Smith *et al.*, 2000). Si a esto se añade que el pastoreo sobre *P. napostaense* afecta la productividad, el vigor y la persistencia de las plantas (Privitello *et al.*, 2000) se estaría frente a una degradación progresiva imposible de revertir. A manera de recomendación, esta degradación podría ser atenuada con pastoreos de alta intensidad y baja frecuencia, permitiéndose el consumo de especies no forrajeras por una disminución de la selectividad animal. Esto permitirá que las especies forrajeras recuperen la superficie fotosintética lo cual redundará en la recuperación de estas especies.

CONCLUSIONES

Las actuales técnicas de manejo propuestas para el mejoramiento de los pastizales naturales de la región semiárida de Argentina afectan la estructura de la vegetación y también influyen en el banco de semilla, el cual es dominado por cariopsis de especies no forrajeras.

AGRADECIMIENTOS

A Facultad de Agronomía y a la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de La Pampa (ARGENTINA) y al Departamento de Producción Animal de la Universidad de Córdoba (ESPAÑA).

LITERATURA CITADA

- Aguar, M. R., and O. E. Sala. 1999. Patch structure, dynamics and implications for the functioning of arid ecosystems. *Trends Ecol. Evol.* 14:273-277
- Ayoub, A. T. 1998. Extent, severity and causative factors of land degradation in Sudan. *J. Arid Environ.* 38: 397-409.
- Bailey, D. W., J.E. Gross, E. A. Laca, L. R. Rittenhouse, M. B. Coughenour, D. M. Swift, and P. L. Sims. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing patterns. *J. Range Manage.* 49: 386-400.
- Barrows, E. M. 1996. *Animal Behavior Desk Reference*. CRC Press, USA. 672 p.
- Bertiller, M. B. 1996. Grazing effects on sustainable semi-arid rangelands in Patagonia. *Seed Scie. Res.* 8: 39-45.
- Bisigato, A., M. Bertiller, J. Ares, and E. Pazos. 2005. Effect of grazing on plant patterns in arid ecosystems of the Patagonian Monte. *Ecography* 28: 561-572.
- Bontti, E. E., R. M. Bóo, L. I. Lindström, and O. R. Elía. 1999. Botanical composition of cattle and vicacha diets in central Argentina. *J. Range Manage.* 52: 370-377.
- Briske, D. D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. *In: Heitschmidt, R. K. y Stuth, J. W.* (eds). *Grazing Management. An ecological Perspective*. Timber Press, Portland, Oregon. pp: 85-108.

Likewise, a lower seed production would be favored (Smith *et al.*, 2000). If we add to this that grazing on *P. napostaense* affects the productivity, vigor and plant persistence (Privitello *et al.*, 2000), we would be faced with an irreversible progressive degradation. As a recommendation, this degradation can be diminished with high and low frequency grazing, allowing for the consumption of non-forage species with a reduction in animal selectivity. This would allow forage species to recover their photosynthetic area and help in the recovery of these species.

CONCLUSIONS

The current handling techniques suggested for the improvement of natural grasslands in the semi-arid region of Argentina affect vegetation structure, as well as the seed bank, which is dominated by caryopses of non-forage species.

End of the English version—



- Callaway, R. M. 1995. Positive interactions among plants. *The Bot. Rev.* 61: 306-349.
- Cerqueira, E. D., A. M. Sáenz, and C. M. Rabotnikof. 2004. Seasonal nutritive value of native grasses of Argentine Caldén Forest Range. *J. Arid Environ.* 59: 645-656.
- Cerqueira, E. D., A. M. Sáenz, C. M. 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.
- Distel, R. A., and R. M. Boó. 1995. Vegetation states and transitions in temperate semi-arid rangelands of Argentina. *Fifth International Rangeland Congress (Salt Lake City, Utah, July 1995)*. pp: 118-119.
- Estelrich, D., C. Chirino, E. F. A. Morici, y B. Fernández. 2005. Modelo conceptual de funcionamiento de áreas naturales cubiertas por bosque y pastizal en la región semiárida central de Argentina. *In: Oesterheld, M., M. Aguiar, C. M. Ghersa, y J. Paruelo* (eds). *La Heterogeneidad de la Vegetación de los Agroecosistemas. Un Homenaje a Rolando León*. Ed. Facultad de Agronomía, UBA. 430 ppp: 85-108p.
- Fernández, R. J., A. H. Nuñez, and A. Soriano. 1992. Contrasting demography of two Patagonian shrubs under different conditions of sheep grazing and resource supply. *Oecologia* 91: 39-46.
- Gallego, L., and R. A. Distel. 2004. Phytolith assemblages in grasses native to Central Argentina. *Ann. Bot.* 94: 865-874.
- Gallego, L., y R. A. Distel. 2001. Evidencia del reemplazo de flechillales por pajonales en pastizales del Caldén. *I Reunión Binacional de Ecología (Bariloche, Argentina)*. pp: 103.
- Guevara, J. C., O. R. Estevez, C. R. Stasi, and J. M. Gonnet. 2002. Perennial grass response to cattle grazing in the plain, mid-west Argentina. *J. Arid Environ.* 52: 339-348.
- Harper, J. L. 1990. *Population Biology of Plants*. Academic Press, London. 892 p.
- 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*

DIFERENCIAS ESTRUCTURALES ENTRE PARCHES DE PASTIZAL DEL CALDENAL Y SU INFLUENCIA SOBRE EL BANCO DE SEMILLAS

- Society Symposium Series No 13). London. Academic Press. pp: 77-94.
- INTA, Gobierno de La Pampa y Facultad de Agronomía (UNLPam). 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Pampa, Bs. As. 493 p.
- Kellner, K., and O. J. H. Bosch. 1992. Influence of patch formation in determining the stocking rate for southern African grasslands. *J. Arid Environ.* 22: 99-105.
- 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 E. O. Frank. 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.
- Maestre, F. T. and J. Cortina. 2005. Remnant shrubs in Mediterranean semi-arid steppes, effects of shrub size, abiotic factors and species identity on understorey richness and occurrence. *Acta Oecologica* 27:161-169.
- Magurran, A. E. 1989. Diversidad Ecológica y su Medición. Editorial Vedral, Barcelona. 200 p.
- Marchi, A., E. L. Oriente y C. Frasinelli. 1990. Manejo de pastizales naturales. Simulación de alternativas de uso de un pastizal de *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis*. Jornadas pampeanas sobre pastizales naturales y uso del fuego. *Revista Facultad Agronomía. UNLPam* 5: 47-62.
- Moretto, A. S., and R. A. Distel. 1999. Effects of selective defoliation on the competitive interaction between palatable and unpalatable grasses. *J. Arid Environ.* 42: 167-175.
- Morici, E. F. A., R. Ernst., A. Kin, D. Estelrich, M. Mazzola, y S. Poey. 2003. Efecto del pastoreo en un pastizal semiárido de Argentina según la distancia a la aguada. *Archivos de Zootecnia* 52: 59-66.
- Morici, E. F. A., A. G. Kin, M. B. Mazzola, R. Ernst, y M. S. Poey. 2006a. Efecto del pastoreo sobre las gramíneas perennes *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en relación con la distancia a la aguada. *Revista Facultad Agronomía. UNLPam* 17: 1-13.
- Morici, E. F. A., W. Muiño, R. Ernst, y M. S. Poey. 2006b. Efecto de la distancia a la aguada sobre la estructura del estrato herbáceo en matorrales de *Larrea sp.* pastoreados por bovinos en zonas áridas de Argentina. *Archivos de Zootecnia* 55: 149-159.
- Noy-Meir, I. 1990. Responses of two semiarid rangeland communities to protection from grazing. *Israel J. Bot.* 39: 431-442.
- Olivares, A. 1989. El ecosistema silvipastoral. *Avances en Producción Animal* 14: 3-14.
- Patón, D., T. Zaballos, y J. Tovar. 1995. Ecología del comportamiento del ganado vacuno retinto en pastoreo. Relaciones entre intensidad de uso, diversidad ecológica y composición botánica del pastizal. *Archivos de Zootecnia* 44: 303-315.
- 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.
- Privitello, M. J. L., E. G. Gabutti, R. U. Harrison, R. L. Sager, y M. B. Romero. 2000. Efecto de dos intensidades y cuatro frecuencias de corte sobre la productividad, vigor y persistencia de *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Haeckel. *Revista Argentina de Producción Animal* 20: 23-127.
- Rabotnikof, C., A. Sáenz, D. Del Greco, y E. Cerqueira. 2000. Valor nutritivo de *Poa ligularis* Ness ex Steudel en el bosque de caldén. *Revista Argentina de Producción Animal* 20: 238-239.
- Robles Cruz, A.B., J. L. González Rebollar, C. B. Passera, y J. Boza López. 2001. Pastos de zonas áridas y semiáridas del suroeste ibérico. *Archivos de Zootecnia* 50: 501-515.
- Sáenz, A., C. M. Rabotnikof, y E. D. Cerqueira. 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.
- Shannon, C., and W. Weaver. 1963. *The Mathematical Theory of Communication.* Illinois. University Press, Urbana. 117 p.
- Smith, S. E., R. Mosher, and D. Fendenheim. 2000. Seed production in sideoats grama populations with different grazing histories. *J. Range Manage.* 53: 550-555.
- Turner, M. D. 1999. Spatial and temporal scaling of grazing impact on the species composition and productivity of Sahelian annual grasslands. *J. Arid Environ.* 41: 277-297.
- Vergara, G., y G. Casagrande. 2002. Estadística agroclimáticas de la Facultad de Agronomía, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. *Revista Facultad Agronomía UNLPam.* 13: 7-70.