



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR**

TESIS DE DOCTOR EN AGRONOMÍA

**LA INTERACCIÓN PLANTA-ANIMAL Y SU INFLUENCIA SOBRE  
ALGUNOS PARÁMETROS DE DEGRADACIÓN EN UN PASTIZAL DEL  
DISTRITO FITOGEOGRÁFICO DEL CALDÉN**

**NATALIA SAWCZUK**

BAHIA BLANCA

ARGENTINA

**2018**

## PREFACIO

Esta Tesis se presenta como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Doctor en Agronomía, de la Universidad Nacional del Sur y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra. La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa y el Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur durante el período comprendido entre el 19 de junio de 2012 y el 22 de noviembre de 2017, bajo la dirección del Dr. Daniel Valerio PELÁEZ (CIC, CERZOS-CONICET y Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur) y la codirección del Dr. Ernesto Francisco Atilio MORICI (Facultad de Agronomía y Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa).

**Natalia SAWCZUK**

Ing. Rec. Naturales y M. Ambiente

Bahía Blanca, Octubre de 2018



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR  
Secretaría General de Posgrado y Educación Continua

La presente tesis ha sido aprobada el 23/10/2018, mereciendo la calificación de ..... (.....)

*A mi Gran Compañera y Amiga Andre Heck  
Con quien iniciamos esta etapa juntas, y al tiempo ella voló.  
“Pensando en Vos Siempre...”*

## **AGRADECIMIENTOS**

Tengo mucho para agradecer, ya que son muchas las personas y varios factores los que hicieron posible llevar a cabo este trabajo. En principio a mi mamá, mi papá y mi hermano, quienes siempre confían en mí e iluminan mi camino día a día, por su apoyo y amor incondicional, por los valores que me enseñaron y siguen enseñando. También a mi familia y a mis amigos, que están siempre y me aguantan en todas, que me secaron las lagrimas en días oscuros y compartimos alegrías en los días brillantes. Todos son un fuerte pilar en mí.

Por otra parte, le agradezco a mi director, Daniel Peláez, por su buena predisposición siempre, acompañamiento, sugerencias y aprendizajes brindados. También estaré siempre agradecida con Ernesto Morici, mi codirector quien también siempre confió en mí, por la paciencia, acompañamiento en todas las etapas de este trabajo y por su comprensión, por la formación o “deformación” como dice él, pero sobre todo por su calidez humana.

A todos los compañeros del equipo de trabajo y del proyecto INTA-AUDEAS-CONADEV, con quienes compartimos grandes y varias jornadas de campo, como así también de laboratorio. Sin el trabajo en grupo, hubiera sido muy difícil concluir. Fueron todos momentos de enseñanza y aprendizaje.

A la Ing. Betty Fernández y a la Ing. Laura Borrelli quienes me formaron en la técnica de análisis microhitológico, fue primordial su aporte y todo lo que me enseñaron, por la paciencia y muy buena predisposición siempre. También, agradezco particularmente al Ing. Francisco Babinec, quien me enseñó, asesoró y ayudó a resolver los análisis estadísticos.

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), quien me otorgó una beca que me permitió dedicarme y poder llevar la tesis. A la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, que me brindó el lugar de

#### IV

trabajo, y las herramientas y medios necesarios para realizar todo el trabajo, como así también por la posibilidad de desarrollarme como docente.

A los evaluadores Doctores Daniel Estelrich, Gabriel Oliva y Roberto Distel, por los aportes constructivos a la tesis y los dictámenes que fueron alentadores.

Agradezco mucho a todos los que estuvieron a mi lado apoyándome, dándome fuerzas, y que hicieron que esta etapa sea muy enriquecedora, en lo académico y lo profesional, pero principalmente en lo personal.

**¡Muchas Gracias por todo lo compartido!**

*“Si no hay amor que no haya nada entonces”* (15)

## RESUMEN

Los pastizales naturales son ecosistemas caracterizados por presentar una vegetación dominada por especies herbáceas y cuya producción primaria es aprovechada directamente por los herbívoros. En Argentina, más del 60 % del territorio posee características de aridez o semiaridez, está cubierto por distintos sistemas de pastizales naturales que son utilizados tradicionalmente como áreas de pastoreo para el ganado doméstico. Entre estas áreas se encuentra el bosque de caldén o caldenal que ocupa una vasta superficie en la región semiárida central de Argentina y constituye un sistema ecológico muy particular que integra la porción más austral de la provincia fitogeográfica del Espinal. Desde la introducción del ganado vacuno en la región, el caldenal pasó a ser un área de uso netamente ganadero, específicamente de cría. El sobreuso al que fueron sometidas las comunidades herbáceas y la explotación forestal indiscriminada, frecuentemente ha transformado éstas áreas en sitios de muy baja receptividad ganadera y ha ocasionado cambios estructurales destacables. El objetivo general de este trabajo fue establecer estrategias de manejo basadas en la relación entre la composición botánica de la dieta y la estructura del estrato herbáceo de la comunidad, con el fin de preservar y/o mejorar la condición del pastizal y de los animales. El estudio se llevó a cabo en un área representativa del Caldénal. En un potrero de 48 ha se establecieron cuatro parcelas experimentales, y las mismas fueron pastoreadas con ganado vacuno durante dos períodos consecutivos (2012 y 2013) de seis meses cada uno. Se trabajó con dos tratamientos de carga animal (baja y alta). Los parámetros evaluados fueron la disponibilidad, la cobertura aérea, y la diversidad del estrato herbáceo, la altura remanente de las gramíneas y la composición botánica de la dieta en distintos momentos de los dos períodos de pastoreo. En primer lugar se observó una respuesta diferente a la herbivoría de un mismo área con dos tratamientos de carga animal, en dos períodos climáticos consecutivos distintos, el primero con precipitaciones que superaron a la media anual histórica y el segundo con alrededor de 50 % menos con respecto al año anterior. Asimismo, mediante este estudio se

observó claramente que los herbívoros seleccionan principalmente las forrajeras durante el primer tiempo de pastoreo, aún en el tratamiento considerado como carga alta. Estos resultados también permitieron observar una marcada disminución en la altura y la biomasa de las forrajeras que se acentúa conforme aumenta el tiempo de pastoreo, mientras que las no forrajeras apenas si son despuntadas e incorporadas a la dieta cuando no han sido rejuvenecidas previamente. Luego de evaluar los cambios estructurales ocurridos en el sistema por efecto del pastoreo, y relacionando los parámetros estudiados en los dos períodos quedó demostrado que, lo que degrada el pastizal no sólo tendría que ver con la mayor carga animal, sino que también con el tiempo de permanencia de los herbívoros y la posibilidad que estos tengan para seleccionar los rebrotes de las especies forrajeras. El sobrepastoreo degrada el pastizal y no permite la recuperación del mismo en el corto plazo. Lo que a su vez, provocaría que la receptibilidad ganadera de los potreros sea cada vez menor.

**ABSTRACT**

Grasslands are ecosystems characterized by vegetation dominated by herbaceous species and whose primary production is used directly by herbivores. In Argentina, more than 60 % of the territory has arid or semi-arid characteristics, it is covered by different systems of natural grasslands that are traditionally used as grazing areas for domestic livestock. Among these areas is the *caldén* forest or *caldenal* that covers a vast area in the central semiarid region of Argentina and it is a very particular ecological system of the southernmost portion of the phytogeographic province of Espinal. Since the introduction of cattle in the region, the caldenal became an area of livestock use, specifically of cattle breeding. The overuse to which the herbaceous communities and the indiscriminate forest exploitation were subjected, has frequently transformed these systems in areas of very low cattle receptivity and has caused remarkable structural changes. Some questions about the management of this grassland, that still remain without answers, refer to the interactions between herbivores and vegetation. The general objective of this work was to establish management strategies based on the relationship between the botanical composition of the herbivores diet and the structure of the herbaceous stratum of the community, in order to preserve and/or improve the condition of the pasture and of the animals. This study was carried out in a representative area of the Caldenal. In a paddock of 48 ha, four experimental plots were established, which were grazed with cattle for two consecutive periods (2012 and 2013) of six months each. Two treatments of stocking rate (low and high) were used. The parameters evaluated were the availability, the aerial coverage, and the diversity of the herbaceous stratum, the remaining height of the grasses and the botanical composition of the diet at different times of the two grazing periods. First, a different response was observed regarding the herbivores of the same area with two treatments of stocking rate, in two consecutive climatic periods, the first with rainfall that exceeded the historical annual average and the other with about 50 % less than the previous year. Also, through this study it was clearly observed that herbivores



select mainly forage species during the first grazing period, even in the treatment considered as high stocking rate. These results also allowed us to observe a marked decrease in the height and biomass of the forage species, which is accentuated as the grazing time increases, while the non-forage species are hardly grazed and incorporated into the diet when these have not been previously rejuvenated. After evaluating the structural changes that occurred in the system due to the effect of grazing, and relating the parameters studied in the two periods, it was demonstrated that what degrades the grassland does not only have to do with the highest stocking rate, but also with the time of permanence of the herbivores and the possibility that these have to select the regrowth of forage species. The overgrazing degrades the grassland and does not allow it to the recovery in the short term, which in turn, would make the grazing receptivity of the paddocks increasingly smaller.

## ÍNDICE

|  |             |
|--|-------------|
| <b>PREFACIO.....</b>   | <b>I</b>    |
| <b>AGRADECIMIENTOS.....</b>  | <b>III</b>  |
| <b>RESUMEN .....</b>   | <b>V</b>    |
| <b>ABSTRACT.....</b>   | <b>VII</b>  |
| <b>ÍNDICE TEMÁTICO.....</b>  | <b>IX</b>   |
| <b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>  | <b>X</b>    |
| <b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>   | <b>XIII</b> |
| <br>   |             |
| <b>INTRODUCCIÓN .....</b>  | <b>1</b>    |
| <b>Hipótesis y Objetivos .....</b>                                     | <b>4</b>    |
| <b>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>                                     | <b>6</b>    |
| <b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>                                      | <b>17</b>   |
| <b>Área de Estudio.....</b>  | <b>17</b>   |
| <b>Tratamientos .....</b>  | <b>24</b>   |
| <b>Parámetros Evaluados .....</b>                                      | <b>26</b>   |
| Disponibilidad de Forraje .....  | 26          |
| Altura de Gramíneas .....  | 26          |
| Cobertura Aérea.....   | 27          |
| Riqueza y Diversidad Específica .....                                  | 27          |
| Composición Botánica de la Dieta Animal .....                          | 28          |
| <b>Fechas de Muestreo .....</b>  | <b>31</b>   |
| <b>Diseño Experimental y Análisis Estadísticos .....</b>               | <b>32</b>   |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>                                    | <b>34</b>   |
| Disponibilidad de Especies Forrajeras y No Forrajeras .....            | 34          |
| Altura de las Gramíneas.....   | 43          |
| Cobertura Aérea de la Vegetación herbácea, Broza y Suelo Desnudo ..... | 53          |
| Cobertura Aérea de las Especies Forrajeras y No Forrajeras .....       | 56          |
| Riqueza y Diversidad Específica .....                                  | 63          |
| Composición Botánica de la Dieta Animal .....                          | 71          |
| <b>DINÁMICA DEL PASTIZAL DURANTE LOS DOS PERÍODOS DE PASTOREO.....</b> | <b>77</b>   |
| Implicancias en el Manejo .....  | 80          |
| <b>CONCLUSIONES .....</b>  | <b>86</b>   |
| <b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>  | <b>88</b>   |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Provincias Fitogeográficas de Argentina. Provincia Fitogeográfica del Espinal (Adaptado de Naumann y Madariaga, 2003).....   | 10 |
| <b>Figura 2.</b> Tipos fisonómicos de vegetación de La Pampa (Adaptado de Cano <i>et al.</i> , 1980).....   | 12 |
| <b>Figura 3.</b> Ubicación geográfica del área de estudio en el establecimiento Bajo Verde, perteneciente a la Universidad Nacional de La Pampa. ....   | 17 |
| <b>Figura 4.</b> Temperaturas (°C) medias mensuales registradas en el área de estudio durante 2012 y 2013. Fuente: estación meteorológica de la Facultad de Agronomía, UNLPam. ....   | 22 |
| <b>Figura 5.</b> Precipitaciones (mm) medias mensuales registradas en el área de estudio durante 2012 y 2013. Fuente: estación meteorológica de la Facultad de Agronomía, UNLPam .....  | 22 |
| <b>Figura 6.</b> Fotografía del área de estudio, establecimiento Bajo Verde. ....   | 23 |
| <b>Figura 7.</b> Área del ensayo con los cuatro parcelas experimentales (PE1, PE2, PE3 y PE4), y los tres sectores en relación a su ubicación con respecto a la aguada (cerca, medio y lejos). Establecimiento Bajo Verde.....  | 25 |
| <b>Figura 8.</b> Fotografías de las transectas y rectángulos permanentes que se utilizaron para evaluar las variables a campo.....  | 27 |
| <b>Figura 9.</b> Fotografías microscópicas de los patrones de tejidos vegetales de <i>Piptochaetium napostaense</i> , <i>Poa ligularis</i> y <i>Nasella tenuissima</i> . ....   | 29 |
| <b>Figura 10.</b> Fotografías de las muestras de heces y de los preparados. ....  | 31 |
| <b>Figura 11.</b> Disponibilidad de especies forrajeras (Kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. ....     | 35 |
| <b>Figura 12.</b> Disponibilidad de especies forrajeras (Kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. ....    | 35 |
| <b>Figura 13.</b> Disponibilidad de especies no forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. ....  | 37 |
| <b>Figura 14.</b> Disponibilidad de especies no forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. .... | 37 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 15.</b> Altura promedio (cm) de las especies forrajeras de invierno en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....  | 43 |
| <b>Figura 16.</b> Altura promedio (cm) de las especies forrajeras de invierno en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....                                       | 44 |
| <b>Figura 17.</b> Altura promedio de las especies forrajeras de verano (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....  | 45 |
| <b>Figura 18.</b> Altura promedio de las especies forrajeras de verano (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....   | 45 |
| <b>Figura 19.</b> Altura promedio de las especies no forrajeras (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....   | 47 |
| <b>Figura 20.</b> Altura promedio de las especies no forrajeras (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....  | 47 |
| <b>Figura 21.</b> Porcentaje de cobertura aérea de vegetación herbácea, broza y suelo desnudo en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja ( <b>A</b> ) y alta ( <b>B</b> ), durante el primer período de pastoreo (2012). En cada categoría, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....  | 54 |
| <b>Figura 22.</b> Porcentaje de cobertura aérea de vegetación herbácea, broza y suelo desnudo en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja ( <b>A</b> ) y alta ( <b>B</b> ), durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada categoría, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo..... | 55 |
| <b>Figura 23.</b> Porcentaje de cobertura aérea de especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF), para los tratamientos de carga animal baja ( <b>A</b> ) y alta ( <b>B</b> ) registrados durante el primer período de pastoreo (2012). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo.....   | 58 |

- Figura 24.** Porcentaje de cobertura aérea de especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF), para los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B) registrados durante el segundo período de pastoreo (2013). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. .... 59
- Figura 25.** Diversidad específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. .... 66
- Figura 26.** Diversidad específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. .... 66
- Figura 27.** Porcentaje (%) de especies forrajeras, no forrajeras y otras en la dieta de los vacunos a pastoreo en abril, junio y octubre, en el primer período de estudio (2012) en los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B). Letras distintas indican diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre meses para cada categoría de especies. .... 72
- Figura 28.** Porcentaje (%) de especies forrajeras, no forrajeras y otras en la dieta de los vacunos a pastoreo, en abril, junio y octubre, en el segundo período de estudio (2013) en los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B). Letras distintas indican diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre meses para cada categoría de especies. .... 73
- Figura 29 a.** Diagrama de la dinámica del pastizal. Cobertura aérea (%), altura (cm), disponibilidad ( $\text{KgMS}/\text{m}^2$ ) y composición botánica de la dieta (%), en las tres fechas de muestreo: al inicio, a los tres y a los seis meses del primer período de pastoreo (2012), en los tratamientos de carga animal baja y alta. Las fotos de cada situación de pastoreo se muestran en la Figura 30 a. .... 82
- Figura 29 b.** Diagrama de la dinámica del pastizal. Cobertura aérea (%), altura (cm), disponibilidad ( $\text{KgMS}/\text{m}^2$ ) y composición botánica de la dieta (%), en las tres fechas de muestreo: al inicio, a los tres y a los seis meses del segundo período de pastoreo (2013), en los tratamientos de carga animal baja y alta. Las fotos de cada situación de pastoreo se muestran en la Figura 30 b. .... 83
- Figura 30 a.** Fotografías de las parcelas experimentales durante el primer período de pastoreo (2012). Foto 1: inicio del pastoreo. Foto 2 y 3: a los tres meses de pastoreo en carga animal baja y alta. Foto 4 y 5: a los seis meses de pastoreo en carga animal baja y alta. .... 84
- Figura 30 b.** Fotografías de las parcelas experimentales durante el segundo período de pastoreo (2013). Foto 6 y 7: inicio del pastoreo en carga animal baja y alta. Foto 8 y 9: a los tres meses de pastoreo en carga animal baja y alta. Foto 10 y 11: a los seis meses de pastoreo en carga animal baja y alta. .... 85

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Lista de especies de la comunidad vegetal que componen el área de estudio.....   | 19 |
| <b>Tabla 2.</b> Disponibilidad de especies forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo. ....   | 36 |
| <b>Tabla 3.</b> Disponibilidad de especies no forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.....  | 38 |
| <b>Tabla 4.</b> Altura promedio (cm) de especies forrajeras de invierno en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.....                                    | 44 |
| <b>Tabla 5.</b> Altura promedio (cm) de especies forrajeras de verano en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.....                                      | 46 |
| <b>Tabla 6.</b> Altura promedio de especies no forrajeras (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo. ....   | 48 |
| <b>Tabla 7.</b> Porcentaje de cobertura aérea de vegetación herbácea (VH), broza (B) y suelo desnudo (SD) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). Para cada variable y fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo. .... | 56 |
| <b>Tabla 8.</b> Riqueza específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, en el primer (2012) y segundo período de pastoreo (2013). ....  | 64 |
| <b>Tabla 9.</b> Porcentaje (%) de las familias de especies en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, en el primer (2012) y segundo período de pastoreo (2013).....   | 65 |
| <b>Tabla 10.</b> Diversidad específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo. ....   | 67 |
| <b>Tabla 11.</b> Porcentaje (%) de especies forrajeras, no forrajeras y otras en la dieta de los vacunos a pastoreo en abril, junio y octubre, de los dos períodos de estudio, para los tratamientos de carga animal baja y alta. En cada categoría de especies, letras distintas indican diferencias estadísticas ( $p<0,05$ ) entre los períodos (2012 y 2013) en cada mes evaluado. ....                              | 74 |

## **INTRODUCCIÓN**

Los pastizales naturales son ecosistemas caracterizados por presentar una vegetación abierta dominada por especies herbáceas y cuya producción primaria es aprovechada directamente por los herbívoros (Miller, 1990). Se los encuentran situados en zonas con ciertas restricciones físicas y/o climáticas que no son adecuadas para usos agrícolas. Por ello, el pastoreo con animales domésticos es un procedimiento eficaz para recolectar y transformar su producción primaria en productos para uso o consumo humano (Rebollo y Gómez-Sal, 2003). En general, la composición florística y la productividad de los pastizales naturales está regulada por la actividad de los herbívoros, principalmente los domésticos, y su manejo supone un grado adicional de complejidad y desafío para la ecología aplicada a la gestión de los recursos naturales (Rebollo y Gómez-Sal, 2003).

En Argentina, más del 60 % del territorio posee características de aridez o semiaridez, cubierto por distintos ecosistemas de pastizales naturales que son utilizados tradicionalmente como áreas de pastoreo para el ganado doméstico. Entre estas áreas se encuentra el bosque de caldén o Caldenal que ocupa una vasta superficie en la región semiárida central de Argentina y constituye un sistema ecológico muy particular que integra la porción más austral de la Provincia Fitogeográfica del Espinal (Cabrera, 1976). En La Pampa el Caldenal se encuentra en forma espontánea, fundamentalmente en las depresiones y valles transversales orientados de SO a NE, los que a su vez se ordenan en una franja desde el sector CN al sector SE de esta provincia (Covas, 1964; Cano *et al.*, 1980).

Desde la introducción del ganado vacuno en la región, el Caldenal pasa a ser un área de uso netamente ganadero, específicamente de cría (Iglesias, 1993). El sobreuso al que fueron sometidas las comunidades herbáceas, y la explotación forestal indiscriminada, frecuentemente han transformado éstas áreas en sitios de muy baja receptividad ganadera y han ocasionado cambios estructurales muy destacables (Estelrich *et al.*, 2005). El efecto más destructivo del pastoreo proviene

de una utilización ineficiente de los recursos forrajeros con sobreuso en algunos sectores y subutilización en otros, pudiendo afectar en forma negativa a las poblaciones de especies forrajeras en el largo plazo (Morici *et al.*, 2003). Concretamente, se ha observado la disminución de especies de porte bajo, de desarrollo invernal y preferidas por los herbívoros como *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Nassella longiglumis* y *Nassella tenuis* (Chirino *et al.*, 1987; Cano, 1988; Bóo *et al.*, 1993; Bontti *et al.*, 1999; Fernández y Morici, 1999; Rabotnikof *et al.*, 2000; Cerqueira *et al.*, 2004).

En general, para el manejo de éstas áreas no se ha tenido en cuenta que tanto la susceptibilidad a la degradación como la capacidad de recuperación de éste sistema, es una función muy compleja que debería tener en cuenta no solo aspectos biológicos, sino también características edáficas, climáticas y de gestión. En este sentido, es necesario conocer cómo el fenómeno pastoreo bovino afecta y modifica la estructura y funcionamiento del caldenal, y a su vez cómo estas estructuras afectan la performance del animal en estos ambientes.

Algunos interrogantes sobre el manejo de pastizales naturales, aún sin respuestas, se refieren a las interacciones entre los herbívoros y la vegetación. Muchos productores asumen que si el ganado está en buen estado corporal significa que el pastizal también está en buena condición, lo que con frecuencia no es cierto. Los animales compensan de algún modo una situación de deterioro del pastizal, mediante mecanismos de selección del forraje. Naturalmente, cuando la condición del pastizal es mala, los animales en el mediano o largo plazo reflejarán también esa condición (Nakamatsu, 2003).

Para la toma de decisiones de manejo en un ambiente complejo y diverso como el caldenal, es necesario tener un amplio conocimiento de la cantidad, la calidad y el período de aprovechamiento del forraje. Es importante hacer un análisis integral basado en la interacción planta-animal, y evaluar cómo responde el sistema frente a cambios en la presión de los herbívoros, por ejemplo en términos de



diversidad, riqueza específica, composición florística y rasgos funcionales que estén implicados.

Asimismo, es importante conocer la composición botánica de la dieta ya que permite evaluar el comportamiento de los animales en pastoreo, que junto a los parámetros de la vegetación antes mencionados, constituyen información de vital importancia para elaborar estrategias de manejo que permitan el uso adecuado de los pastizales naturales (Celso y Giraudo, 2007).

La mayoría de los trabajos realizados en distintas partes del mundo para la evaluación de los pastizales naturales en respuesta a la herbivoría, se basan en la utilización de los parámetros de vegetación tales como disponibilidad, cobertura y diversidad (Milchunas *et al.*, 1988; Laycock, 1991; Jasic y Fuentes, 1991; Belsky, 1992; Milchunas y Lauenroth, 1993; Ayoub, 1998; Milchuna *et al.*, 1998). Asimismo, estos parámetros son utilizados en la región del caldenal por diversos investigadores (Peláez *et al.*, 1991; Distel *et al.*, 1996; Estelrich *et al.*, 1997; Cerqueira *et al.*, 2004; Morici *et al.*, 2009, Sawczuk *et al.*, 2013; Zapata *et al.*, 2015). Sin embargo, la variable composición botánica de la dieta del ganado vacuno a través del análisis microhistológico de heces, no es frecuente en los estudios y trabajos que se llevan a cabo, y en consecuencia la información al respecto es limitada.

En Argentina, y también en otros países, es escasa la bibliografía y los datos del análisis de la dieta de vacunos (e incluso de otros animales) utilizando la técnica de microhistología de heces. Al respecto podemos mencionar los realizados en la Patagonia norte por Somlo *et al.* (1994), Pelliza-Sbriller *et al.*, (1997) y Soler *et al.*, (2011) en las provincias de Río Negro y Neuquén; y en La Pampa por Bóo *et al.* (1993), Bontti *et al.* (1999), Gallace *et al.* (2015) y Butti (2015).

En el caldenal del centro de la provincia de La Pampa no se registran datos, y tampoco se cuenta con información de manejo de la ganadería vacuna (principal actividad económica de la región), que tengan en cuenta el análisis microhistológico de heces como una herramienta para el manejo.

Por otra parte, existe mucha información sobre como funcionan y como es la dinámica de los ecosistemas de las regiones áridas y semiáridas bajo condiciones de pastoreo en el mundo, pero es poco lo que se puede extrapolar a nuestros ecosistemas debido a la corta historia de pastoreo con grandes herbívoros, y a las condiciones particulares y características de esta región.

Es clave poder entender el funcionamiento de nuestros sistemas bajo nuevas condiciones de pastoreo y prácticas de manejo, para garantizar el uso sustentable y la mejora de los recursos que estos ecosistemas naturales pueden brindar, y para ello es necesario contar con un abanico amplio de conocimiento.

Para el Bosque de Caldén del centro de La Pampa resulta sumamente importante poder evaluar la relación de los parámetros de vegetación (disponibilidad, cobertura, diversidad y altura remanente) con la dieta del ganado vacuno, trabajando con distintas cargas animales y distinguiendo los efectos sobre las especies forrajeras y no forrajeras.

### ***Hipótesis y Objetivos***

El presente estudio se basó en las siguientes hipótesis:

H 1: El aumento de la presión de pastoreo disminuye la cobertura aérea, la disponibilidad del estrato herbáceo, y la altura remanente de las principales gramíneas perennes forrajeras y no forrajeras, provocando cambios en la diversidad específica y estructura del pastizal natural.

H 2: Los cambios en la estructura del pastizal natural por efecto de la herbivoría, se reflejan en la composición botánica de la dieta de los animales en pastoreo.

H 3: La composición de la dieta de los animales en distintos momentos de pastoreo, y su relación con la estructura del pastizal es un indicador temprano del estado del pastizal natural.

En función de las hipótesis propuestas se establecieron los siguientes objetivos:

*Objetivo General:*

Establecer estrategias de manejo basadas en la relación entre la composición botánica de la dieta y la estructura del estrato herbáceo de la comunidad, con el fin de preservar y/o mejorar la condición del pastizal y de los animales.

*Objetivos Específicos:*

O 1: Determinar en distintos momentos a lo largo de dos períodos de pastoreo, la cobertura aérea, la disponibilidad y la diversidad específica del estrato herbáceo, y la altura remanente de las gramíneas forrajeras y no forrajeras perennes, bajo diferente carga animal.

O 2: Determinar en distintos momentos de dos períodos de pastoreo la composición botánica de la dieta.

O 3: Evaluar los cambios provocados por el pastoreo con ganado bovino sobre el estrato herbáceo, y su relación con la composición botánica de la dieta de los animales en distintas situaciones de pastoreo.

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

Los ecosistemas silvopastoriles constituyen sistemas de producción integrados y diversificados con gran potencial (Lok y Fraga, 2009). La actividad silvopastoril se dirige a optimizar la producción, incrementar la biomasa de mayor calidad, mejorar áreas degradadas, aumentar la biodiversidad y conservar los sistemas productivos (Murgueitio y Muhammad, 2010). A pesar de estas ventajas, todavía falta información para ampliar el conocimiento sobre las interacciones entre los componentes árbol-pasto-suelo-animal (Mahecha *et al.*, 2010).

La mayor parte de los pastizales naturales de las regiones áridas y semiáridas del mundo son destinadas a la ganadería, siendo el pastoreo con ganado doméstico la principal actividad productiva (Ayoub, 1998). En Argentina los pastizales naturales se destinan principalmente a la cría de ganado vacuno, y en menor medida a la cría de ovinos y caprinos. Si bien el número de cabezas por rodeo decreció en los últimos años por las sucesivas sequías, los pastizales naturales siguen siendo el eslabón inicial de la cadena de producción de carne vacuna a nivel nacional (Demarco, 2010), la cual constituye una de las principales fuentes de alimento.

Según Rebollo y Gómez-Sal (2003), los pastizales no son entidades estáticas, por lo que su uso adecuado requiere conocer en cada momento cuál es su estado y sus tendencias al cambio. Desde el punto de vista ecológico, sólo es posible el manejo sostenible de los pastizales si se mantienen las configuraciones estables propias del ámbito ecológico de utilización o del estado de madurez alternativo. Para este fin es importante establecer un sistema de indicadores para el seguimiento y control del estado de los pastizales a corto, medio y largo plazo (Rebollo y Gómez-Sal, 2003). Los mismos deberían permitir evaluar la velocidad de respuesta de cada componente del pastizal ante las modificaciones que se presentan por la acción de los herbívoros (Milchunas y Lauenroth, 1993; Behnke *et al.*, 2000).

El ecosistema pastizal posee atributos y cuenta con elementos estabilizadores que reducen el riesgo de erosión, aportan recursos tróficos en la época de escasez,

actúan de refugios para las especies más sensibles al pastoreo, favorecen la fertilidad y la existencia de materia orgánica en el suelo, crean condiciones microclimáticas que propician una mayor diversidad de especies y sirven de refugio para la fauna silvestre y al ganado (INTA y FAO, 1986; Rebollo y Gómez-Sal, 2003).

La composición botánica de un pastizal depende de un conjunto de factores de naturaleza biológica, edafológica y microclimática, como así también de interacciones inter e intra específicas (principalmente competencia y herbivoría), del banco de semillas, y del manejo (Liu *et al.*, 1991; Spears y Barr, 1985; White y Wolfe, 1985; Olivares, 1989; Paton *et al.*, 1995).

La degradación de los pastizales es un fenómeno de importancia global (Holzer y Kriechbaun, 2001) y es común en diferentes ecosistemas (Bourman *et al.*, 1999, Costa y Rechman, 1999). El proceso de degradación de un pastizal se caracteriza, fundamentalmente, por la pérdida de fertilidad del suelo, la disminución de su productividad y los cambios en la composición botánica (Dias-Filho, 2003). Según Deregibus (1988), el mal manejo del pastoreo es el principal causante de la degradación de dos tercios de los pastizales semiáridos de la Argentina. Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, al evaluar los pastizales se debe realizar un análisis integral que incluya el manejo de los animales, la influencia de las condiciones climáticas, edáficas y la relación suelo-planta (Quiñónez *et al.*, 2004).

Es bien sabido que como consecuencia del pastoreo, disminuye la cobertura de vegetación herbácea, y desaparecen las especies nativas preferidas por el ganado siendo reemplazadas por otras de menor valor forrajero o exóticas (Sala, 1988; Facelli *et al.*, 1988; Westoby *et al.*, 1989; Laycock, 1991; Jasic y Fuentes, 1991; Anderson y Briske, 1995; Morici *et al.*, 1996; Bisigato y Bertiller, 1997; Bisigato, 2000; Cerqueira *et al.*, 2000; 2004; Distel *et al.*, 2000; Guevara *et al.*, 2002; Morici *et al.*, 2006). 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 como así también de la estacionalidad (Morici *et al.*, 2006).

Nai-Bregaglio *et al.*, (2002) encontraron que el pastoreo produjo una disminución significativa de la diversidad de los estratos vegetales verticales y del índice de diversidad florística en el espacio horizontal. Si bien el pastoreo promueve la formación de pastizales de alta diversidad florística, produce además, una simplificación de la estructura comunitaria, tanto en sentido vertical como horizontal, afectando probablemente a otros niveles tróficos del ecosistema, como a pequeños herbívoros e insectos (Gardner *et al.*, 1995, Molina *et al.*, 1999).

Los efectos provocados por la herbivoría en la estructura de la vegetación, son reducción del área foliar, concentración de la biomasa, homogeneización en los tamaños de matas (Sala, 1988; Bruno *et al.*, 1985; Cano *et al.*, 1990; Milchunas y Lauenroth, 1993) y una variación en la profundidad de enterrado de las yemas de renuevo (Briske, 1991; Berrueta, 1997, Estelrich *et al.*, 2016).

El pastoreo con ungulados nativos es considerado el principal responsable de mantener una alta diversidad de especies en pastizales naturales, debido al consumo que ejercen sobre las especies dominantes de la comunidad (Milchunas *et al.*, 1988; Perevolotsky y Seligman, 1998; Knapp *et al.*, 1999). Sin embargo, la diversidad de especies no siempre es incrementada por el pastoreo, ya que depende del tipo de herbívoros y de la intensidad de la herbivoría, de la escala espacial y/o de las condiciones del suelo, el clima y la historia de pastoreo (Cano *et al.*, 1988; Milchunas *et al.*, 1988; Hobbs y Huenneke, 1992; Milchunas y Lauenroth, 1993; Cingolani *et al.*, 2008; Hanke *et al.*, 2014).

En pastizales con corta historia de pastoreo, como los de la región semiárida central de Argentina, la acción de los herbívoros puede producir una disminución (Milchunas *et al.*, 1988) o un incremento (Estelrich *et al.*, 2005) de la diversidad a cargas moderadas. Las cargas altas pueden favorecer la invasión de especies exóticas (Rauber *et al.*, 2014) y también de leñosas (Estelrich *et al.*, 2005). Por otra parte, en pastizales con larga historia de pastoreo la diversidad es máxima en presencia de los herbívoros, y en general no se observa la invasión de especies exóticas ni la pérdida

de especies nativas con cargas animales altas (Milchunas *et al.*, 1988, Noy-Meir *et al.*, 1989).

En los pastizales húmedos o subhúmedos argentinos se ha observado la invasión de especies exóticas o arbustos por el pastoreo de herbívoros domésticos (Sala *et al.*, 1986; Chaneton *et al.*, 1988; Sala, 1988; Chaneton y Facelli, 1991; Frangi y Bottino, 1995; Barrera y Frangi, 1996; Rusch y Oesterheld, 1997).

Por otra parte, la preferencia del animal entre los sitios disponibles en la comunidad es generalmente una función lineal de la abundancia relativa y/o de la calidad nutritiva de las plantas preferidas (Senft *et al.*, 1987; Bailey, 1995).

La utilización de las características epidérmicas para la identificación de los fragmentos presentes en muestras esofágicas, ruminales o fecales es una de las técnicas más difundidas para la determinación de la dieta de herbívoros (Holechek *et al.*, 1982). La técnica de análisis microhistológico de heces es una herramienta valiosa para la toma de decisiones en el manejo del pastoreo. El enfoque de la microhistología permite interpretar lo que está ocurriendo en la dieta de los animales en un proceso determinado.

- **Distrito Fitogeográfico del Caldén**

El Distrito Fitogeográfico del Caldén, comúnmente conocido como el Caldenal, integra la porción más austral de la Provincia Fitogeográfica del Espinal (Cabrera, 1976). Se extiende desde el centro de San Luis y Córdoba abarcando el centro de La Pampa hasta el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Fig. 1).

El Caldenal tiene como dominante ecológico a *Prosopis caldenia* (caldén), especie caducifolia, micrófila y espinescente. En el estrato leñoso además se pueden encontrar *Prosopis flexuosa* var. *flexuosa*, *Jodina rhombifolia*, *Geoffroea decorticans* y *Schinus fasciculatus* (Cabrera, 1976).

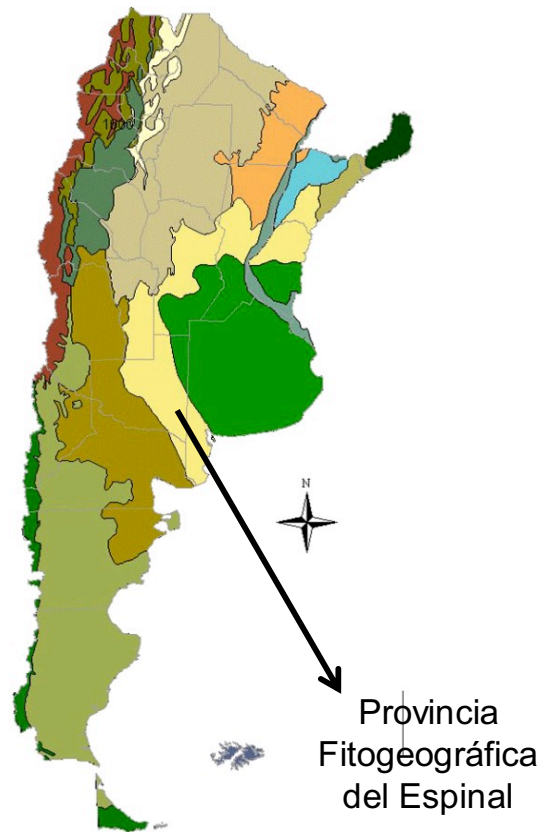


Figura 1. Provincias Fitogeográficas de Argentina. Provincia Fitogeográfica del Espinal (Adaptado de Naumann y Madariaga, 2003).

Este sistema ecológico en La Pampa ocupa una superficie de 5.450.000 ha, y se extiende entre las isohietas de 400 y 600 mm, ocupando principalmente áreas bajas y depresiones (Cano *et al.*, 1980) (Fig. 2). Su clima es semiárido templado. Se caracteriza por su fluctuación climática, con amplias variaciones de temperatura, precipitaciones reducidas y estacionales (primavero-estivo-otoñales), períodos de humedad y de sequía (invernales) a veces prolongados (Cano *et al.*, 1980). La temperatura media del mes más frío (julio) es 7,3 °C y del mes más cálido (enero) es 23°C. El período medio libre de heladas es aproximadamente 200 días. 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<sup>-1</sup> (INTA *et al.*, 1980).



Este Distrito se caracteriza por el dominio del caldén, que forma bosques xerófilos más o menos densos, sabanas con gramíneas, áreas medanosas con vegetación psammófila y matorrales o estepas halófilas sobre suelos salinizados (Cabrera, 1976). En el bosque abierto la cobertura arbórea no supera el 20 % (*P. caldenia* y *S. fasciculatus*) y la proporción de especies forrajeras tales como, *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Nasella tenuis*, *Digitaria californica*, *Bothriochloa springfieldii* es importante; mientras que, en el bosque denso la cobertura arbórea supera el 50 % y entre las gramíneas predominan las especies no forrajeras tales como, *Jarava ichu*, *Nasella trichotoma*, *Nasella tenuissima*, *Amelichloa brachychaeta* (Estelrich *et al.*, 2005). Las especies más relevantes del estrato arbustivo son: *Condalia microphylla*, *Lycium chilense*, *Lycium gilliesianum*, *Ephedra triandra*, *Chuquiraga erinacea*, *Larrea divaricata* y *Prosopidastrum globosum*. La composición florística y la estructura del Caldénal presenta variaciones locales como consecuencia de variables ambientales y de manejo.

Los suelos de esta región pertenecen en su mayoría a los órdenes taxonómicos Molisoles predominantes en el sector oriental, Entisoles que prevalecen en el sector occidental, y con menor representatividad espacial los Aridisoles que se encuentran en áreas reducidas. Dentro del orden de los Molisoles, los Haplustoles son los suelos de mayor representatividad espacial y dentro de los Entisoles son los Ustipsamientos. Los Haplustoles son suelos de textura franco arenosa y con mayor contenido de materia orgánica que los Ustipsamientos, que presentan una textura desde arenosa a arenosa franca. Debido a esto los Haplustoles poseen mayor capacidad de retención de agua, mejor distribución de tamaño de agregados y mayor estabilidad estructural que los Ustipsamientos (Adema *et al.*, 2003).

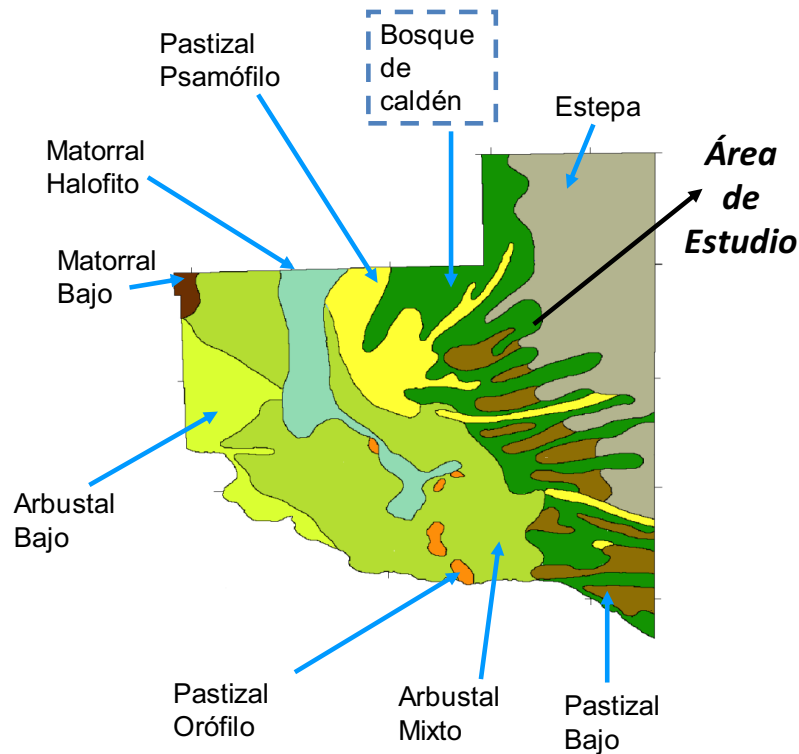


Figura 2. Tipos fisonómicos de vegetación de La Pampa (Adaptado de Cano *et al.*, 1980)

En cuanto a las limitaciones agrícolas de la región, los factores que más influyen son el déficit hídrico, las temperaturas extremas y las bajas precipitaciones anuales (Iglesias, 1993).

La introducción de ganado doméstico en el Caldenal data de alrededor de 1879 (Cazenave, 1993). Los registros estadísticos indican que el pastoreo en los primeros 30 años del siglo XX fue realizado principalmente con ovinos, para luego ser reemplazados por bovinos en una actividad ganadera de cría (REPAGRO 1875-1994), la cual aún continúa.

Según Estelrich y Cano (1985), el sobreuso al que fueron sometidas las comunidades herbáceas y la falta de fuegos, ha transformado progresivamente éstas áreas en sitios de muy baja receptividad ganadera. La ganadería provocó en la comunidad cambios estructurales, la cobertura aérea de las leñosas se incrementó, y se modificó el estrato graminoso reemplazándose las gramíneas bajas por especies de mayor porte (Llorens, 1995 a y b; Distel y Bóo, 1995; Morici *et al.*, 1996, 1997, 2009; Estelrich *et al.*, 2005).

Al igual que en ecosistemas similares, en el bosque de caldén, el pastoreo también ha provocado la disminución de especies de porte bajo, de ciclo otoño-invierno-primaveral y preferidas por los herbívoros como *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Nassella longiglumis* y *Nassella tenuis* (Chirino *et al.*, 1987; Cano, 1988; Bóo *et al.*, 1993; Bontti *et al.*, 1999; Fernández y Morici, 1999; Rabotnikof *et al.*, 2000; Cerqueira *et al.*, 2000, 2004). Al mismo tiempo, se incrementan las especies no forrajeras de porte intermedio *N. tenuissima*, *J. Ichu*, *N. trichotoma*, y *A. brachychaeta* (Llorens, 1995b; Distel y Boó, 1995; Estelrich *et al.*, 1997; Llorens y Frank, 1999), al ocupar éstas los espacios generados por la desaparición de las especies palatables (Peláez *et al.*, 1992) dando lugar a sistemas de muy baja receptividad ganadera (Estelrich y Cano, 1985). Estas especies frecuentemente evaden el pastoreo de bovinos debido a su alto contenido de lignina y baja calidad forrajera (Cerqueira *et al.*, 2000, 2004).

Por otra parte, el ganado bovino favoreció la diseminación del caldén en estas áreas, ya que los animales consumen sus frutos que son ricos en proteínas y azúcar, produciendo la escarificación de las semillas en su sistema digestivo, lo que permite un aumento de la probabilidad de germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo (Peinetti *et al.*, 1993; de Villalobos *et al.*, 2005). Además, mediante la acción de pastoreo, se favorece el establecimiento al generarse espacios vacíos por consumo de las especies palatables (Peláez *et al.*, 1992). Con el tiempo, se produce la arbustización de estos ecosistemas con la presencia de *C. microphylla*, *Lycium gilliesianum*, *S. fasciculatus* y retoños de *P. caldenia*. Según Peláez *et al.* (1991) y Distel *et al.* (1996) una buena densidad y/o cobertura de gramíneas puede evitar o retardar el establecimiento de plántulas de *P. caldenia*.

En la actualidad estos bosques poseen un estrato herbáceo modelado principalmente por la historia de pastoreo y el fuego (Busso, 1997). Varios autores (Llorens, 1995a; Distel y Bóo, 1995) coinciden en señalar al pastoreo y al fuego, junto con las condiciones de semiaridez, como las principales fuerzas que conducen los

cambios en la composición florística de los distintos estados de los pastizales del Caldenal.

Busso (1997) señala que la mayor parte del área del Caldenal se encuentra en estado avanzado de degradación ecológica y desertificación. La importancia de esto radica no sólo en la gran superficie que ocupa este estado más o menos estable, sino también en las implicancias económicas de su presencia en los sistemas de cría bovina que utilizan dicho ecosistema. Cabe destacar que, alrededor del 93 % de los establecimientos de la región se dedican a la producción ganadera, con una producción media de 20-25 kg de carne/ha/año (Iglesias, 1993). Del total de establecimientos ganaderos, el 66 % se dedica a la cría bovina y un 27 % se dedica a la recría de bovinos.

Como en la mayoría de los sistemas semiáridos, la vegetación del Caldenal se distribuye en parches, y el pastoreo del ganado doméstico favorece esta disposición espacial (Morici *et al.*, 2009). Estos mismos autores reportaron que el pastoreo afectó las variables estructurales de un área de bosque, con importantes repercusiones en el banco de semillas. Además, observaron que la cobertura de vegetación fue máxima en los parches dominados por no forrajeras; mientras que, la diversidad y riqueza específica fue máxima en parches dominados por especies forrajeras bajas y en los codominados por ambos tipos de gramíneas. En el mismo sentido, Sawczuk *et al.* (2013) observaron que en un pastizal del bosque de caldén que fue pastoreado con dos presiones de pastoreo bovino, luego de cinco meses de pastoreo, la intensificación de la carga ganadera ya habría afectado algunos parámetros estructurales de la vegetación como por ejemplo la cobertura vegetal.

Resultados similares fueron reportados por Zapata *et al.* (2015) para un pastizal de planicie de esta región, donde el pastoreo continuo durante seis meses disminuyó el porcentaje de cobertura de forrajeras y, aumentó el de no forrajeras y el de suelo desnudo. Estos mismos autores observaron también que a medida que aumentó la distancia a la aguada, se incrementó el porcentaje de forrajeras, y

disminuyó el de no forrajeras y el de suelo desnudo. La cobertura de forrajeras y el porcentaje de suelo desnudo podrían constituirse en un indicador temprano de deterioro del pastizal. En ese mismo pastizal, Gallace *et al.* (2015) evaluaron la dieta animal a través del análisis microhistológico de heces, y reportaron que *P. napostaense* fue el principal componente de la dieta en todos los meses del período (> 54 %), lo cual coincide con su alta cobertura en el pastizal. La presencia de *P. ligularis* en la dieta fue alta (> 10 %), para la baja cobertura (< 2,4 %) que esta especie presentó en el pastizal, lo que indicaría una mayor selectividad del ganado por esta gramínea. *Nassella tenuissima* presentó su mayor presencia en la dieta en los meses de agosto y noviembre.

En otra área del Caldenal ubicada en el centro norte de la provincia de La Pampa, donde se trabajó con la misma carga animal (4 vacas en 25 ha) en dos estados de condición contrastantes (bueno y pobre), Cerqueira *et al.* (2000) encontraron que tanto la disponibilidad relativa de herbáceas como la presencia de leñosas (como elementos estructurales de la condición del pastizal en el Caldenal), no afectaron la dieta de los animales cuando la disponibilidad absoluta no fue limitante al comienzo de la estación de pastoreo. Estos autores también observaron que las dietas se diferenciaron entre los estados de condición sólo al final del período de pastoreo, cuando la disponibilidad absoluta de los pastos cortos de invierno en condición regular era muy baja. Para el mismo sitio, Cerqueira *et al.* (2004) señalan que las variaciones en la disponibilidad de herbáceas entre los dos años de muestreo fueron atribuibles a las precipitaciones.

En general, se observa que el pastoreo que se realiza en la mayoría de los establecimientos donde predominan pastizales naturales, es un pastoreo continuo por seis meses (marzo-octubre); sin embargo, con el fin de preservar y/o mejorar la condición del pastizal y de los animales existen diferentes propuestas de manejo del pastizal para el Caldenal. Por un lado, Morici *et al.* (2009) recomiendan realizar pastoreos de alta intensidad y baja frecuencia, que favorecen el consumo de las

especies no forrajeras por una disminución de la selectividad animal, permitiendo así, que las especies forrajeras recuperen la superficie fotosintética en un tiempo prolongado sin pastoreo. Por otro lado, Distel (2016) propone el reemplazo de pastoreos continuos, por pastoreos intermitentes con cargas animales flexibles.

Por lo anteriormente expuesto y para el manejo de los pastizales naturales en el Caldenal, no es suficiente conocer detalladamente el ambiente, sino también hay que contar con información y herramientas que permitan tomar decisiones adecuadas compatibles con la conservación de los recursos y la sustentabilidad del sistema. La búsqueda de indicadores del grado de deterioro del pastizal basados en la interacción planta-animal sería un aporte significativo para definir estrategias de manejo en los pastizales de la región.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

El estudio se llevó a cabo durante los años 2012 y 2013, en un área representativa del Caldenal localizada en el establecimiento “Bajo Verde”, propiedad de la Universidad Nacional de La Pampa, ubicado aproximadamente a 35 km al noroeste de la ciudad de Santa Rosa. Dentro del establecimiento se trabajó en un potrero de 48 ha (NE: Lat. 36°29'17,39"S, Long. 64°37'3,00"O; NO: Lat. 36°29'17,89"S, Long.64°37'27,72"O; SE:Lat.36°29'42,47"S, Long.64°37'3,87"O; SO:Lat. 36°29'42,01"S, Long. 64°37'29,01"O; 235 msm); (Fig.3).



Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio en el establecimiento Bajo Verde, perteneciente a la Universidad Nacional de La Pampa.

### Fisonomía de la comunidad vegetal

En marzo de 2012, se realizó una descripción de la comunidad vegetal del potrero en estudio, a través de un relevamiento y caracterización de las especies que la componen. La riqueza florística y la abundancia-cobertura de las especies se evaluó utilizando el método de Braun-Blanquet (1979).

Fisonómicamente la comunidad vegetal del área de estudio es un bosque de *P. caldenia*, con un pastizal natural en condición regular-buena. Se caracteriza como un bosque bajo y abierto, con una altura promedio de 5 m y una cobertura aproximada del 50 %.

En el potrero de 48 ha en que se trabajó se diferencian dos estratos graminoso-herbáceo, uno de 0 a 0,5 m de altura y otro de 0,5 a 1 m de altura, un estrato arbustivo de 1 a 2 m de altura, y un estrato arbóreo de 2 m de altura o más. Los dos primeros estratos componen el pastizal natural, siendo el primer estrato dominado principalmente por las gramíneas forrajeras *P. napostaense* y *P. ligularis*; mientras que, en el segundo estrato dominan gramíneas no forrajeras como *N. tenuissima*, *J. ichu*, *N. trichotoma* y *A. brachychaeta*. Los estratos arbustivo y arbóreo están representados por *P. caldenia* en los dos estados (arbustivo y arbóreo), y raramente se encuentra *P. flexuosa* en forma arbórea.

En la Tabla 1 se presenta la lista de todas las especies que componen la comunidad vegetal del área de estudio. Para cada especie se indica: forma de vida (graminosa, herbácea o leñosa), ciclo de crecimiento (anual o perenne), ciclo anual de crecimiento (OIP: otoño-inverno-primaveral o PEO: primavera-estivo-otoñal), tipos biológicos según Raunkiaer (1934) (terófitas, hemicriptófitas o fanerófitas), estrato vegetal según la altura, abundancia cobertura según Braun-Blanquet (1979) (raras, algunas, numerosas o muy numerosas), y estatus de procedencia (nativa o introducida), valor forrajeo (forrajera o no forrajera), y sistema fotosintético de las gramíneas ( $C_3$  o  $C_4$ ). La nomenclatura de las especies utilizada en esta tesis sigue a las publicadas por el Instituto de Botánica Darwinion, <http://www.darwin.edu.ar/>.



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

| Nombre Científico                                    | Nombre Vulgar       | Formas de Vida | Ciclo de Crecim. | Ciclo Anual de Crecim. | Tipos Biológ. | Estrato | Abund. Cober. | Estatus de Proced. | Valor Forrajero | Sistema Fontosit. |
|--|---------------------|----------------|------------------|------------------------|---------------|---------|---------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| <i>Amelichloa brachychaeta</i> Godr. Arriaga & Bark. | Pasto puna          | G              | P                | I                      | H             | 2       | 1             | N                  | NF              | C3                |
| <i>Aristida adscensionis</i> L.                      | Pasto perro         | G              | A                | V                      | T             | 1       | +             | N                  | NF              | C4                |
| <i>Aristida subulata</i> Henrard                     | Pasto crespo        | G              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              | C4                |
| <i>Bothriochloa springfieldii</i> (Gould) Parodi     | Penacho blanco      | G              | P                | V                      | H             | 2       | +             | N                  | F               | C4                |
| <i>Briza subaristata</i> Lam.                        | Pasto fuerte        | G              | P                | I                      | H             | 1       | +             | N                  | F               | C3                |
| <i>Bromus brevis</i> Nees ex Steud.                  | Cebadilla           | G              | A                | I                      | T             | 1       | +             | N                  | F               | C3                |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.                   | Gramilla            | G              | P                | V                      | H             | 1       | +             | I                  | NF              | C4                |
| <i>Digitaria californica</i> (Benth.) Henrard        | Pasto plateado      | G              | P                | V                      | H             | 2       | 1             | N                  | F               | C4                |
| <i>Elionurus muticus</i> (Spreng.) Kuntze            | Pasto amargo        | G              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              | C4                |
| <i>Hordeum stenostachys</i> Godr.                    | Cola de zorro       | G              | P                | I                      | T             | 1       | +             | N                  | F               | C3                |
| <i>Jarava ichu</i> (Ruiz & Pav.) Kunth               | Paja blanca         | G              | P                | I                      | H             | 2       | 2             | N                  | NF              | C3                |
| <i>Nassella longiglumis</i> (Phil.) Barkworth        | Flechilla grande    | G              | P                | I                      | H             | 2       | +             | N                  | F               | C3                |
| <i>Nassella tenuis</i> (Phil.) Barkworth             | Flechilla fina      | G              | P                | I                      | H             | 1       | +             | N                  | F               | C3                |
| <i>Nassella tenuissima</i> (Trin.) Barkworth.        | Paja                | G              | P                | I                      | H             | 2       | 2             | N                  | NF              | C3                |
| <i>Nassella trichotoma</i> (Nees) Hack. ex Arechav.  | Paja tendida        | G              | P                | I                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              | C3                |
| <i>Piptochaetium napostaense</i> (Speg.) Hackel      | Flechilla negra     | G              | P                | I                      | H             | 1       | 4             | N                  | F               | C3                |
| <i>Poa ligularis</i> Nees ex Steud.                  | Unquillo            | G              | P                | I                      | H             | 1       | 2             | N                  | F               | C3                |
| <i>Setaria leucopila</i> (Scribn. & Merr.) K. Schum. | Cola de zorro       | G              | P                | V                      | H             | 1       | 1             | N                  | F               | C4                |
| <i>Sporobolus cryptandrus</i> (Torrey) A. Gray.      | Gramilla cuarentona | G              | P                | V                      | H             | 1       | 1             | N                  | F               | C4                |
| <i>Trichloris crinita</i> (Lag.) Parodi              | Plumerito           | G              | p                | V                      | H             | 1       | 1             | N                  | F               | C4                |

| Nombre Científico                                       | Nombre Vulgar        | Formas de Vida | Ciclo de Crecim. | Ciclo Anual de Crecim. | Tipos Biológ. | Estrato | Abund. Cober. | Estatus de Proced. | Valor Forrajero |
|---|----------------------|----------------|------------------|------------------------|---------------|---------|---------------|--------------------|-----------------|
| <i>Acmella decumbens</i> (Sm.) R. K. Jansen             | Mata diente          | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Austrobrickellia patens</i> (D. Don ex Hook. & Arn.) | Bejuco               | H              | P                | V                      | H             | 1       | 1             | N                  | NF              |
| <i>Baccharis crispa</i> Spreng.                         | Carqueja             | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Baccharis gilliesii</i> A. Gray                      | Matatrigo            | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Baccharis ulicina</i> Hook. & Arn.                   | Yerba de la oveja    | H              | P                | V                      | H             | 1       | 1             | N                  | NF              |
| <i>Chenopodium album</i> L.                             | Quínoa               | H              | A                | I                      | T             | 2       | 1             | I                  | NF              |
| <i>Conyza bonariensis</i> (L.) Cronquist                | Rama negra           | H              | A                | V                      | T             | 1       | 1             | N                  | NF              |
| <i>Daucus pusillus</i> Michx.                           | Zanahoria silvestre  | H              | A                | I                      | T             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér ex Aiton           | Alfilerillo          | H              | A                | I                      | T             | 1       | +             | I                  | F               |
| <i>Euphorbia serpens</i> Kunth                          | Hierba meona         | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Gamochaeta calviceps</i> (Fern.) Cabrera             | Gamo                 | H              | A                | I                      | T             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Lamium amplexicaule</i> L.                           | Ortiga mansa         | H              | A                | V                      | T             | 1       | +             | I                  | NF              |
| <i>Medicago minima</i> (L.) Bartal.                     | Trebol de carretilla | H              | A                | I                      | T             | 1       | +             | I                  | F               |
| <i>Nierembergia aristata</i> D. Don                     | Chucho blanco        | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Plantago patagonica</i> Jacq.                        | Plantago patagonica  | H              | A                | I                      | T             | 1       | +             | N                  | F               |
| <i>Pseudognaphalium cabreræ</i> (S.E. Freire)           | Marcelita            | H              | A                | I                      | T             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Rhynchosia senna</i> Gillies ex Hook.                | Porotillo            | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | F               |
| <i>Salsola kali</i> L.                                  | Cardo ruso           | H              | A                | V                      | T             | 1       | +             | I                  | NF              |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i> Cav.                      | Revienta caballos    | H              | P                | V                      | H             | 1       | 1             | N                  | NF              |
| <i>Solanum juvenale</i> Thell.                          | Meloncillo de campo  | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Solidago chilensis</i> Meyen                         | Vara de oro          | H              | P                | V                      | H             | 2       | +             | N                  | NF              |
| <i>Turnera pinatifida</i> Juss. ex Poir.                | Amapolita            | H              | P                | V                      | H             | 1       | +             | N                  | NF              |
| <i>Urtica urens</i> L.                                  | Ortiga               | H              | A                | I                      | H             | 1       | +             | I                  | NF              |
| <i>Prosopis caldenia</i> Burkart                        | Caldén               | L              | P                | V                      | F             | 3<br>4  | +             | N                  | NF              |
| <i>Prosopis flexuosa</i> DC.                            | Algarrobo            | L              | P                | V                      | F             | 4       | +             | N                  | NF              |

## **Referencias**

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

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

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

Estacionalidad = **V (verano)**: PEO: primavera-estivo-otoñal;

**I (invierno)**: OIP: otoño-invierno-primaveral

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

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

Abundancia - Cobertura según Braun-Blanquet (%) = **+**: 0,1 - 5 Raras; **1**: 5 - 10 Algunas; **2**: 10 - 25 Algunas; **3**: 25 - 50 Numerosas;

**4**: 50 - 75 Numerosas; **5**: 75 - 100 Muy numerosas

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

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

## Relieve y Suelo

El área de estudio está localizada en una planicie con suave ondulación. El suelo es un *Haplustol entico*, de textura franco arenosa (Sawczuk, 2009). La capa de tosca se encuentra aproximadamente a 1,5 m de profundidad.

## Temperaturas y Precipitaciones

En 2012 la temperatura media anual fue 15,9 °C y en 2013 fue de 16,1 °C (Fig. 4). Los valores de precipitación media anual fueron, para 2012 de 923,5 mm y para 2013 de 500,9 mm (Fig. 5).

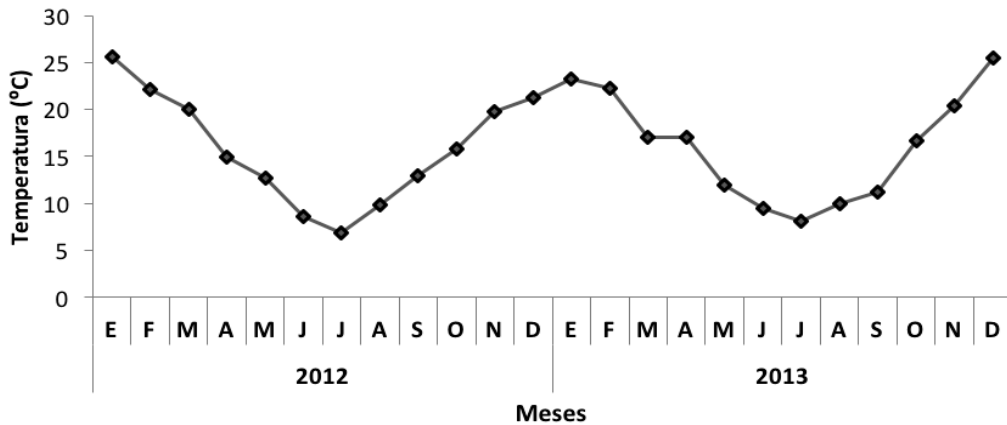


Figura 4. Temperaturas (°C) medias mensuales registradas en el área de estudio durante 2012 y 2013. Fuente: estación meteorológica de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.

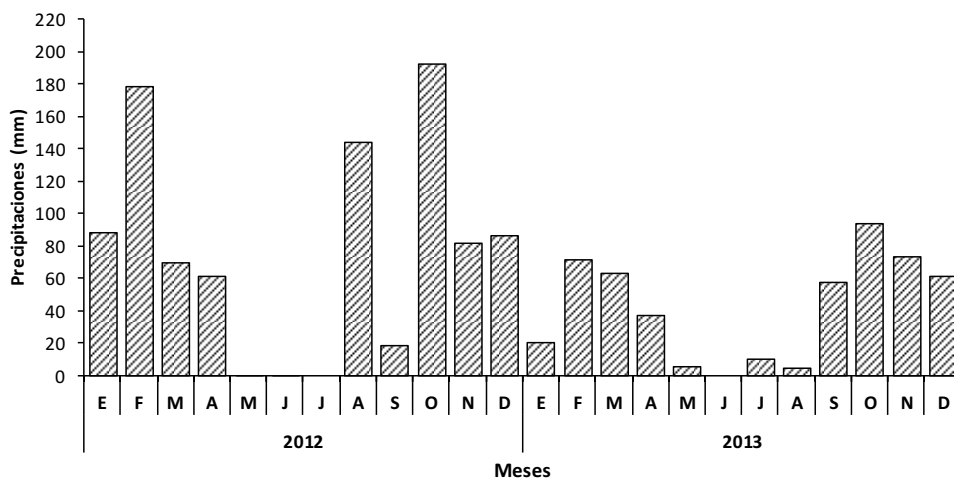


Figura 5. Precipitaciones (mm) medias mensuales registradas en el área de estudio durante 2012 y 2013. Fuente: estación meteorológica de la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa.

## Historia de Uso

Actualmente el sistema de pastoreo utilizado en el establecimiento Bajo Verde es similar al que se lleva a cabo en los establecimientos de la zona. Es estacional con cargas animales (vacuno de cría) adecuadas a la producción de biomasa forrajera ( $0,3UV^1/ha$ ), y descansos (no pastoreo) de noviembre a marzo (meses en que se pastorean las áreas sin pastizal natural y/o los potreros con *Eragrostis curvula* “pasto llorón”).

En el potrero donde se llevó a cabo el estudio, en abril de 2008, se realizó una quema controlada. En mayo de 2009, 2010 y 2011 se pastoreó durante 15 días, con 300 vacas de cría *Aberdeen Angus* (en su tercer mes de gestación), siendo el período de descanso de pastoreo de 350 días. Debido a este largo período sin pastoreo, el potrero presentó abundante acumulación de material vegetal al inicio del estudio, en marzo de 2012.



Figura 6. Fotografía del área de estudio, establecimiento Bajo Verde.

---

<sup>1</sup> Unidad Vaca (UV): es el promedio anual de los requerimientos de una vaca de 400 Kg de peso vivo, que gesta y cría un ternero hasta el destete a los 6 meses de edad con 160 Kg de peso, incluido el forraje consumido por el ternero (Bavera, 2006).

### **Tratamientos**

En el potrero de 48 ha se establecieron cuatro parcelas experimentales (PE) de 12 ha cada una, divididas entre ellas por un alambrado eléctrico y con una aguada en común (los animales tenían libre acceso al agua). En cada parcela experimental, se ubicaron tres sectores en relación a su ubicación con respecto a la aguada: a) cercano ( $\pm 100$  m), b) intermedio ( $\pm 400$  m) y c) lejano ( $\pm 800$  m). Las parcelas experimentales tenían forma triangular (Fig. 7), la distancia máxima a recorrer por los animales era inferior a los 800 m, razón por la cual los mismos se desplazaron y recorrieron uniformemente toda la parcela.

Las parcelas experimentales fueron pastoreadas con vacas *Aberdeen Angus* desde el 3 de abril al 15 de octubre de 2012 y desde el 29 de marzo al 10 de octubre de 2013. El pastoreo se efectuó en este período del año, ya que es la época habitual de utilización de los pastizales en el Caldenal, cuando en el establecimiento se tienen potreros con especies  $C_4$  tales como *E. curvula*, *Panicum coloratum* o *Digitaria eriantha*. Al momento de iniciar el pastoreo, tanto en 2012 como en 2013, las vacas tenían aproximadamente el mismo peso (400 kg) e igual estado fisiológico (preñez temprana).

A fin de evaluar las consecuencias de distintas presiones de pastoreo en el pastizal, se establecieron dos tratamientos de carga animal. Un tratamiento consistió en que dos parcelas experimentales fueran pastoreadas con una carga animal adecuada a la disponibilidad de forraje (carga baja); y el otro tratamiento consistió en pastorear las dos parcelas experimentales restantes con una carga animal equivalente al doble que las mismas podían recibir en relación a su disponibilidad de forraje (carga alta). Cabe mencionar que, carga animal es el número de animales por unidad de superficie; y que la presión de pastoreo nos da una idea de la intensidad de pastoreo, la cual se establece por la relación entre el número de animales (la biomasa animal) y la fitomasa presente por unidad de superficie (Brizuela *et al.*, 2015).

Se estableció al azar, que en las parcelas experimentales 1 y 3 (PE1 y PE3) se trabaje con el tratamiento de carga animal baja (CB), y en las PE2 y PE4 con el tratamiento de carga animal alta (CA). Tanto en el período de pastoreo de 2012 como de 2013 se utilizó la misma carga animal.

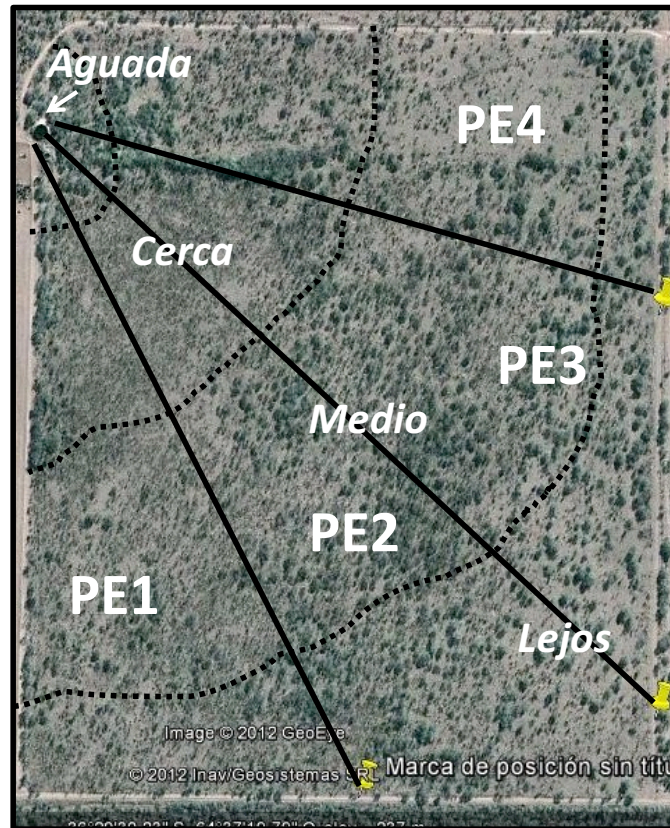


Figura 7. Área del ensayo con los cuatro parcelas experimentales (PE1, PE2, PE3 y PE4), y los tres sectores en relación a su ubicación con respecto a la aguada (cerca, medio y lejos). Establ. Bajo Verde.

### Determinación de la Carga Animal

En marzo de 2012, previo al ingreso de los animales, se determinó la disponibilidad forrajera del área de estudio (48 ha), y se estableció la carga animal con que se trabajó en cada parcela experimental de 12 ha.

$$\text{Carga Animal (48 ha)} = \frac{\text{Total de Forraje Disponible}}{\text{Demanda de Forraje/Vaca/Año}} = \frac{34.776 \text{ kg MS}}{2100 \text{ kg MS/vaca}} = 16 \text{ vacas}$$

-Total de Forraje Disponible:

Forraje (kg MS/ha) x Factor de uso apropiado x Superficie:

1.449 kg MS/ha x 0,5 (condición buena) x 48 ha: **34.776 kg MS**

-Demanda de Forraje/Vaca/Año:

Ingesta de MS Diaria por vaca x Días Pastoreo:

10 kg MS/vaca/día x 210 días (7 meses): **2100 kg MS/vaca**

En base a los datos obtenidos, cada unidad experimental (de 12 ha) debía ser pastoreada con 4 vacas. Por lo tanto, las parcelas experimentales PE1 y PE3, fueron pastoreadas por 4 vacas (carga animal baja (CB) = 4 vacas en 12 ha); mientras que las parcelas experimentales PE2 y PE4 fueron pastoreadas por 8 vacas (carga animal alta (CA) = 8 vacas en 12 ha).

### ***Parámetros Evaluados***

#### **Disponibilidad de Forraje**

Para determinar la disponibilidad de forraje, en cada uno de los tres sectores establecidos en relación a la aguada de cada parcela experimental, se cortaron al azar y al ras del suelo 5 cuadrados de  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> (50 cm x 50 cm). El material herbáceo cosechado se agrupó en especies forrajeras y no forrajeras, y se llevó a estufa (60 °C) hasta peso constante, para posteriormente ser pesado (Cano *et al.*, 1988).

#### **Altura de Gramíneas**

En cada uno de los sectores determinados en cada parcela experimental (cerca, medio y lejos de la aguada), se establecieron al azar 5 transectas permanentes de 10 m de longitud (Fig. 8). A lo largo de las mismas, se midió la altura previa y la remanente (desde el ras del suelo hasta la altura máxima de las hojas) luego de tres y seis meses de pastoreo de cada planta de gramínea usando el método de Canfield (1941) modificado. Las especies se agruparon en:

- **Forrajeras de Invierno (FI):** *P. ligularis* y *P. napostaense*.
- **Forrajeras de Verano (FV):** *D. californica*, *B. springfieldii* y *T. crinita*.
- **No Forrajeras (NF):** *N. tenuissima*, *N. trichotoma*, *J. ichu* y *A. brachychaeta*.



### Cobertura Aérea

Contigua a cada transecta permanente establecida en cada sector, se colocaron tres rectángulos permanentes de  $\frac{1}{2} \text{ m}^2$  (100 cm x 50 cm) (Fig. 8), y en cada uno se estimó el porcentaje de cobertura aérea de vegetación, broza y suelo desnudo, siguiendo el método de muestreo propuesto por Daubenmire (1959) modificado. También se analizó la cobertura de la vegetación herbácea, diferenciando entre especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF), y dentro de las F se diferenció entre forrajeras de invierno (FI) y forrajeras de verano (FV).

### Riqueza y Diversidad Específica

La riqueza y diversidad específica fue determinada a partir de los datos de cobertura aérea de la vegetación.

Para la diversidad se aplicó el índice de Shannon-Weaver (1963):

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

Donde:

$H'$ : Diversidad

$p_i$ : Proporción de cada especie en la muestra

$\ln$ : Logaritmo natural

Asimismo, se realizó un análisis descriptivo de la riqueza específica, agrupando a las especies por familia.



Figura 8. Fotografías de las transectas y rectángulos permanentes que se utilizaron para evaluar las variables a campo.

## **Composición Botánica de la Dieta Animal**

### **Análisis Microhistológico de Heces**

Previo a la determinación de la composición botánica de la dieta de los bovinos empleados en el ensayo, se realizó un estudio histológico detallado de los diferentes tejidos de las especies presentes en el área de estudio. Para la identificación de los fragmentos epidérmicos se utilizaron las colecciones de referencia de patrones epidérmicos del laboratorio de Ecología Vegetal - Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa y del laboratorio de la EEA INTA Bariloche (Fig. 9).

Se elaboró una colección de referencia propia de las principales especies relevadas. Estos preparados "patrones" se utilizaron posteriormente para la comparación con los tejidos que se encontraron en las heces (Fig. 9).

En la observación de los fragmentos se utilizó un microscopio LEICA DM 500 con un aumento de 100X (objetivo de 10X). Cuando fue necesario, la observación se realizó con un aumento de 400X (objetivo de 40X.)

Para evaluar el grado de entrenamiento alcanzado en la identificación de las especies en estudio y, al mismo tiempo, la precisión de la técnica microhistológica empleada, se realizó un análisis con muestras incógnitas. Las mismas estaban constituidas por proporciones conocidas (pesadas en balanza analítica) de material molido de las especies en estudio. El grado de precisión del observador debe ser mayor al 70 % (Sparks y Malechek, 1968). En este estudio, el grado de precisión con que se trabajó fue del 90 %.

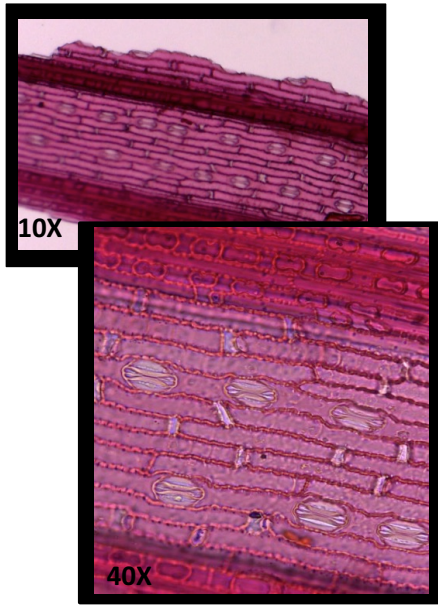
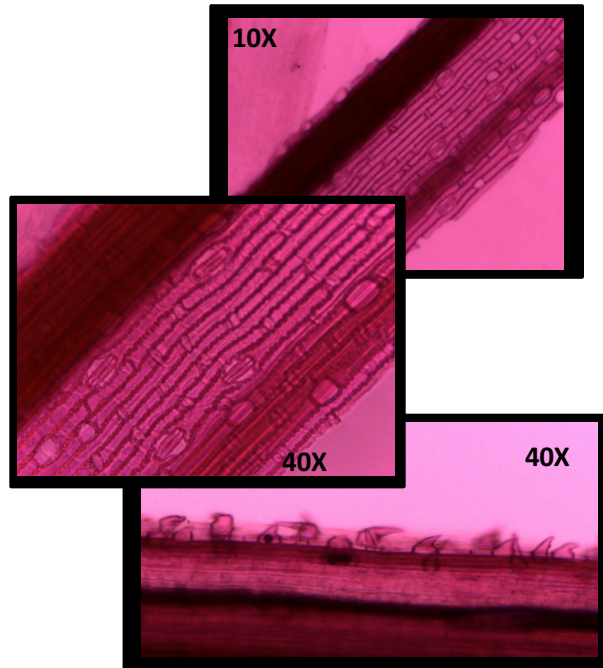
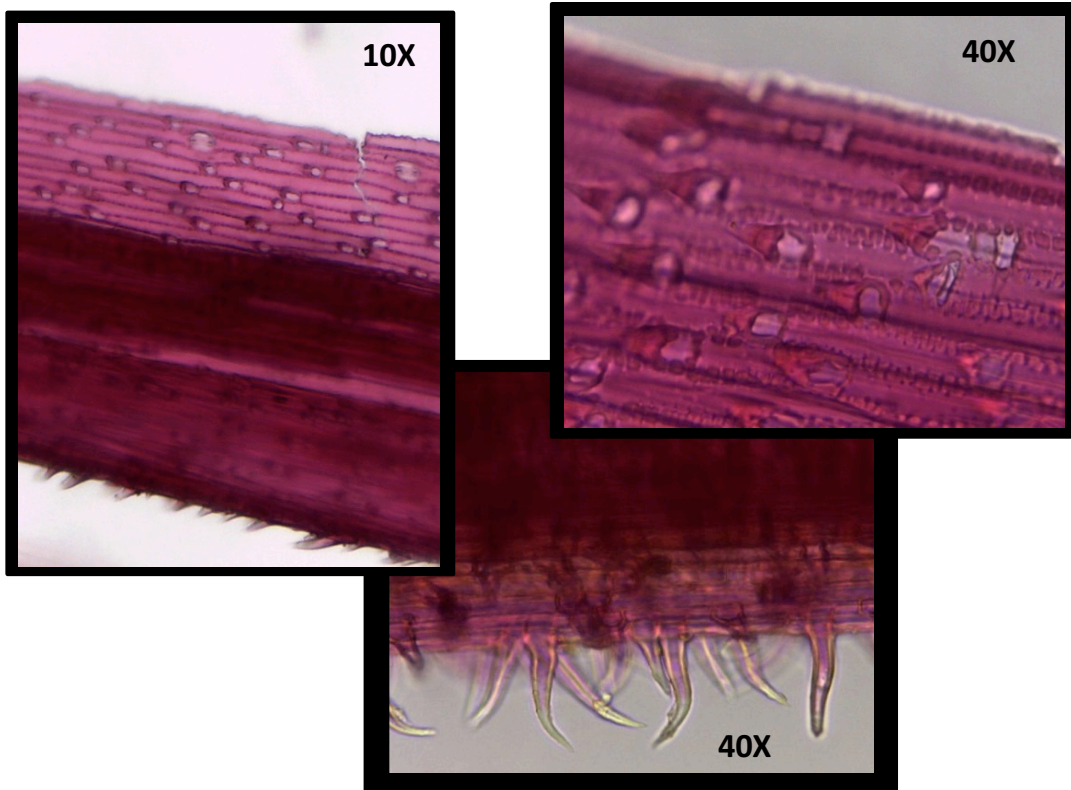
***Piptochaetium napostaense******Poa ligularis******Nassella tenuissima***

Figura 9. Fotografías microscópicas de los patrones de tejidos vegetales de *Piptochaetium napostaense*, *Poa ligularis* y *Nassella tenuissima*.

## Muestras de Heces

Las muestras frescas de heces usadas en los análisis microhistológicos fueron recolectadas desde el suelo. En cada parcela experimental, se tomó una muestra por cada vaca a pastoreo: cuatro muestras de las unidades experimentales con carga animal baja y ocho muestras de las unidades experimentales con carga animal alta. Luego las mismas se llevaron al laboratorio y se colocaron en estufa a 60 °C durante tres días o hasta peso constante. Las muestras secas e individuales se molieron con un molino eléctrico Willey provisto de un tamiz de 1 mm, para homogenizar el tamaño de las partículas. Posteriormente, se prepararon los portaobjetos siguiendo la técnica de Hansen *et al.* (1977), Holechek *et al.* (1982), y Borrelli (2014) (Fig. 10).

Para cada una de las fechas de muestreo, se trabajó con muestras de heces en *pool* por potrero. De cada muestra de *pool*, se realizaron 5 preparados histológicos (portaobjetos), y la cuantificación se realizó según lo descrito por Sparks y Malechek (1968), observándose 20 campos microscópicos por preparado. Se cuantificó la frecuencia de cada ítem registrando la presencia del mismo, independientemente del número de fragmentos que había en cada campo microscópico (Holechek y Vavra, 1981). Al finalizar la lectura de los 5 preparados, se calculó el porcentaje de frecuencia relativa de cada ítem considerando los 100 campos observados (Fig. 10).

Los fragmentos vegetales fueron identificados y cuantificados a nivel de especies, y posteriormente se las agrupó según su valor forrajero en:

- **Forrajeras (F):** *P. ligularis*, *P. napostaense*, *D. californica*, *S. leucopila*, *B. springfieldii* y *T. crinita*.
- **No Forrajeras (NF):** *N. tenuissima*, *N. trichotoma*, *J. ichu* y *A. brachychaeta*.
- **Otras (O):** *Solanum elaeagnifolium*, *Chenopodium album*, *P. caldenia* y fragmentos no identificados.



Figura 10. Fotografías de las muestras de heces y de los preparados.

### ***Fechas de Muestreo***

Los muestreos se realizaron en tres diferentes momentos de cada período de pastoreo:

- 1) Al inicio del periodo de pastoreo:
  - Fines de marzo: los muestreos de vegetación (previo al ingreso de los animales).
  - Fines de abril: los muestreos de heces (momento en que los animales ya estaban familiarizados con el potrero y el material de las deyecciones era proveniente del mismo).
- 2) A mitad del período de pastoreo (fines de junio).
- 3) Al final del período de pastoreo (octubre).

### ***Diseño Experimental y Análisis Estadísticos***

El experimento tuvo una estructura factorial dispuesto en un diseño completamente aleatorizado con parcela dividida. La parcela principal fue la intensidad de pastoreo, que estuvo compuesta por los dos tratamientos de carga animal (baja y alta), y para cada tratamiento se trabajó con dos repeticiones. La sub-parcela fue la distancia a la aguada y la sub-sub-parcelas fueron las fechas de muestreo.

Se calcularon medidas resumen (medias y desvíos) para cada fecha de muestreo y se obtuvieron gráficos exploratorios (de cajas-boxplots- y de perfiles - x/y- en función del tiempo) de toda la secuencia temporal para las variables analizadas.

Los datos de cada año fueron analizados con un modelo mixto con efectos fijos de carga, distancia (excepto para los datos de dieta) y fecha de muestreo con sus interacciones, y aleatorios de potrero dentro de carga y transecta o rectángulo (según la variable) dentro de potrero, y la interacción de este término con la fecha de muestreo. Los denominadores y grados de libertad para las pruebas F se obtuvieron por los métodos recomendados para el programa SAS (Statistical Analysis System, University Edition). Se usaron al menos tres modelos, uno básico asumiendo independencia de observaciones, otro considerando simetría compuesta y un tercero considerando heterogeneidad de varianzas por fecha, que fue el elegido en la mayoría de los casos. La selección de modelos se realizó en base al criterio de Akaike (1973).

La interpretación de las pruebas F siguió los lineamientos usuales para estructuras factoriales, es decir, se analizaron las interacciones y luego los efectos principales, considerando significativo los efectos y las interacciones con  $p < 0,05$ ; realizando las correspondientes pruebas de comparación de medias, omitiendo este paso si las pruebas F no resultaban significativas. Algunas interacciones no significativas se analizaron igualmente usando contrastes de un grado de libertad,

como en el caso de carga x fecha, y carga x fecha x distancia (cuando correspondiera), que se compararon con un contraste de 1 grado de libertad de carga dentro de cada fecha. Otras pruebas alternativas de comparaciones de medias se hicieron mediante LSD.

Los datos de los dos años se analizaron mediante un modelo mixto con efectos fijos de carga, distancia y fecha, y aleatorios de año, potrero dentro de carga y la interacción de este término con fecha. El resto del análisis siguió los lineamientos antes descritos. Dentro de cada tratamiento se trabajó con dos comparaciones para cada variable estudiada (disponibilidad, altura, cobertura y dieta animal): comparación de las tres fechas de muestreo por año, y comparación de cada fecha de muestreo entre los dos años.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Disponibilidad de Especies Forrajeras y No Forrajeras**

En el primer año de estudio (2012), las parcelas experimentales (PE) con carga animal baja (CB), previo al pastoreo (marzo) disponían de un promedio de 1389 kg MS/ha de material vegetal forrajero (F). Luego de los primeros tres meses de pastoreo (junio), se observó una disminución significativa ( $p < 0,05$ ) de 47 %. Hacia el final del período de uso, luego de tres meses más de pastoreo se observó una disponibilidad de 460 kg MS/m<sup>2</sup>, o sea una disminución significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto a junio (37 %) y en relación al momento de ingreso del ganado a las parcelas (67 %) (Fig. 11).

Para este mismo período de pastoreo, en las PE con carga animal alta (CA), en marzo la disponibilidad promedio de especies F fue de 1508 kg MS/ha, y para junio la misma disminuyó ( $p < 0,05$ ) 72 %. En octubre la biomasa forrajera disminuyó ( $p < 0,05$ ) con respecto a junio (59 %), y el período de uso finalizó con 171 kg MS/ha de material forrajero, 89 % menos que en el mes de marzo (Fig. 11).

En el segundo período de estudio (2013), en las PE con CB, antes de iniciar el pastoreo (marzo) se disponía de 1568 kg MS/ha en promedio de especies F. Para la mitad del período (fines de junio), la disponibilidad promedio disminuyó significativamente 42 %, y en el mes de octubre la misma disminuyó ( $p < 0,05$ ) 74 % en relación a junio. El período de pastoreo finalizó con 234 kg MS/ha de material forrajero disponible, 85 % menos con respecto a marzo (Fig. 12).

Las PE con CA al inicio del segundo período de pastoreo tuvieron 945 kg MS/ha de especies F. Entre marzo y junio la disponibilidad disminuyó ( $p < 0,05$ ) 90 %, quedando a fines de junio con un promedio de 90 Kg MS/ha de F. En octubre, cuando finalizó el período de seis meses de pastoreo, la disponibilidad fue de 68 Kg MS/ha, disminución no significativa ( $p > 0,05$ ) con respecto a junio y significativa ( $p < 0,05$ ) con respecto a marzo (Fig. 12).



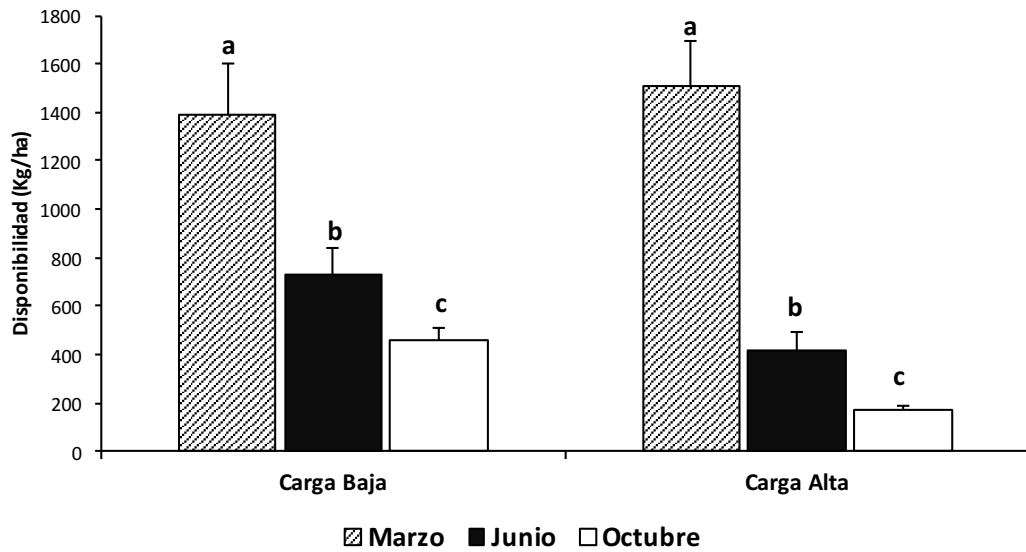


Figura 11. Disponibilidad de especies forrajeras (Kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

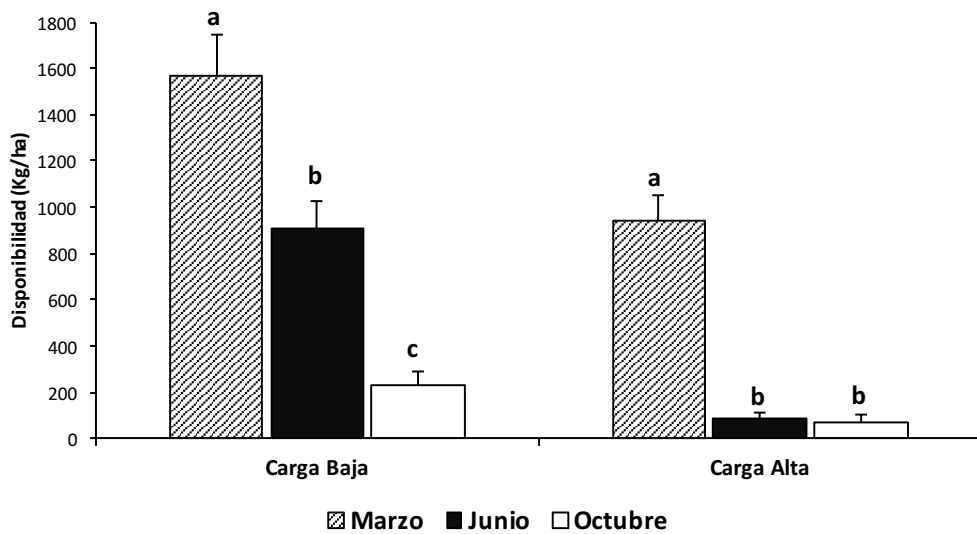


Figura 12. Disponibilidad de especies forrajeras (Kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

En ambos períodos de pastoreo, la disponibilidad de especies F en las PE con CB al inicio (marzo) y tres meses después de haber comenzado el pastoreo (junio) fue similar ( $p > 0,05$ ). Sin embargo, la disponibilidad de estas especies al final del período de pastoreo 2012 fue 49 % mayor ( $p < 0,05$ ) que al final del período de pastoreo 2013 (Tabla 2).

A diferencia de la situación anterior, al comienzo del período de pastoreo de 2012, la disponibilidad de especies forrajeras en las PE con CA fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) que al inicio del período de pastoreo 2013, siendo esta diferencia de 37 %. En la fecha de muestreo de junio de 2012, la disponibilidad fue 78 % mayor ( $p < 0,05$ ) que la de junio de 2013. En el muestreo final (octubre), las PE de CA no presentaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la disponibilidad de F entre los dos períodos de pastoreo (Tabla 2).

Tabla 2. Disponibilidad de especies forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.

| Fecha de Muestreo    | Disponibilidad de Forrajeras (Kg MS/ha) |       |         |            |       |         |
|----------------------|---|-------|---------|------------|-------|---------|
|                      | Carga Baja                              |       |         | Carga Alta |       |         |
|                      | Marzo                                   | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre |
| Primer período-2012  | 1389 a                                  | 732 a | 460 a   | 1508 a     | 413 a | 171 a   |
| Segundo Período-2013 | 1568 a                                  | 908 a | 234 b   | 945 b      | 90 b  | 69 a    |

En cuanto a las especies no forrajeras (NF), en el primer año de estudio (2012), la disponibilidad promedio disminuyó a lo largo del tiempo de pastoreo para ambas cargas animales, pero sólo fue significativa ( $p < 0,05$ ) la diferencia entre el inicio y el final del pastoreo para las PE con CA. En marzo, ambas cargas iniciaron con similar cantidad de material NF, luego de los tres primeros meses de pastoreo (junio), la disponibilidad de las mismas en las PE con CB disminuyó 43 % y en las PE con CA 48%, pero estas diferencias no fueron significativas ( $p > 0,05$ ). En el mes de octubre, al finalizar el período de pastoreo, el material disponible de especies NF en CB se mantuvo similar a junio ( $p > 0,05$ ) y en CA disminuyó ( $p < 0,05$ ) 66 % con respecto a marzo (Fig. 13).

En el segundo período estudiado (2013), en el tratamiento de CB, se inició el pastoreo con 2040 kg MS/ha promedio de material NF, luego de tres meses de pastoreo bajó 43 %, diferencia que no fue significativa ( $p > 0,05$ ) y para octubre la disponibilidad se mantuvo similar a junio (Fig. 14). En CA, al inicio del pastoreo

(marzo) la disponibilidad de NF fue de 2174 kg MS/ha y para el mes de junio bajó 41%, disminución que tampoco llegó a ser significativa ( $p>0,05$ ). Se finalizó el período de uso (octubre) con una disponibilidad de 888 kg MS/ha, siendo significativamente diferente ( $p<0,05$ ) sólo con el valor del mes de marzo (Fig. 14).

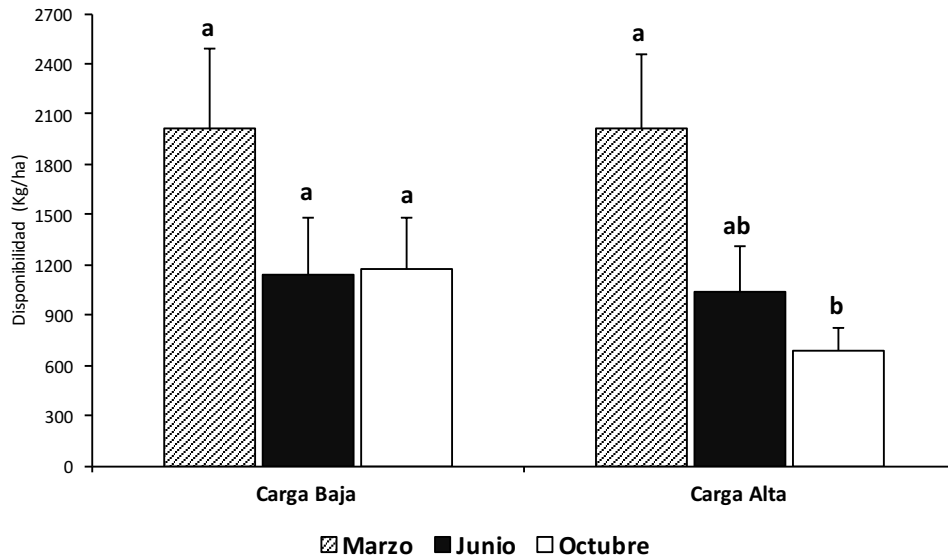


Figura 13. Disponibilidad de especies no forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

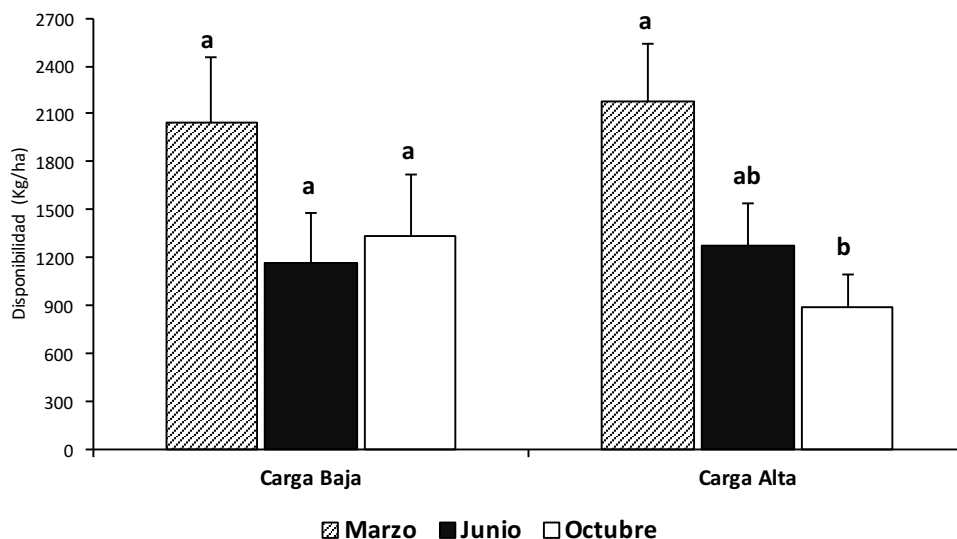


Figura 14. Disponibilidad de especies no forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre la disponibilidad de especies no forrajeras en las PE con CB y con CA cuando se compararon entre sí mismas fechas de muestreo (Tabla 3).

Tabla 3. Disponibilidad de especies no forrajeras (kg MS/ha) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.

| Fechas de Muestreo   | Disponibilidad de No Forrajeras (Kg MS/ha) |        |         |            |        |         |
|----------------------|--|--------|---------|------------|--------|---------|
|                      | Carga Baja                                 |        |         | Carga Alta |        |         |
|                      | Marzo                                      | Junio  | Octubre | Marzo      | Junio  | Octubre |
| Primer período-2012  | 2016 a                                     | 1144 a | 1175 a  | 2012 a     | 1037 a | 690 a   |
| Segundo Período-2013 | 2040 a                                     | 1170 a | 1332 a  | 2174 a     | 1280 a | 888 a   |

En general, los resultados obtenidos con respecto a la dinámica de la biomasa de las especies forrajeras bajo pastoreo coinciden con los reportados por Cerqueira *et al.* (2004) y Zapata *et al.* (2015). Como es lógico esperar en estas situaciones, independientemente de la carga animal utilizada, la disminución en la disponibilidad de especies forrajeras durante el período de pastoreo, muestra claramente el efecto de los herbívoros sobre el pastizal. Este efecto se observa con mayor claridad en la situación de mayor carga animal, ya que la disponibilidad luego de seis meses de pastoreo es notablemente inferior que la situación de menor carga animal (Figs. 11 y 12). Por lo tanto, es evidente que la respuesta y la recuperación de las especies forrajeras del pastizal es diferente según la carga animal empleada, el tiempo de utilización y la condición del pastizal (Cerqueira *et al.*, 2004).

Las disminuciones de la disponibilidad de gramíneas forrajeras halladas en este trabajo no es exclusivo del caldenal, ya que Zapata *et al.* (2015) observaron una respuesta similar en un pastizal de planicie (ubicado a 28 Km al sur de General Acha, La Pampa), con las mismas especies evaluadas en este estudio y durante dos períodos (en 2012 y 2013). Estos autores reportaron que para cinco meses de pastoreo, en el primer período de estudio la disponibilidad disminuyó 69,5 %; mientras que, en el

segundo se redujo 25,7 %, atribuyendo dicha respuesta a la mayor precipitación registrada durante el segundo período de estudio.

En las PE pastoreadas con CB, la disponibilidad inicial al segundo año del ensayo (Tabla 2), pone de manifiesto aspectos importantes en la interacción planta-herbívoro. Una de ellas es que el pastoreo con esta carga no afecta la capacidad de rebrote de las gramíneas forrajeras, aún cuando han sido pastoreadas durante seis meses. En esta situación, se pondrían de manifiesto los mecanismos de tolerancia que reducen los daños luego de la defoliación, como ser un marcado vigor en relación a un sistema radical bien desarrollado y un activo macollaje (Anderson, 1983; Murphy y Briske, 1992; Briske *et al.*, 2011).

La mayor disponibilidad al inicio del segundo período de pastoreo en las PE con CB con respecto a aquellas con CA (Tabla 2), podría explicarse a partir de una mayor tasa de crecimiento en el período de descanso en las primeras, ya que el tejido fotosintético remanente habría sido suficiente para permitir que se activen las yemas de renuevo, y que el rebrote no se produzca sólo a partir de las reservas (Gómez García y Azorín, 2008). Cabe aclarar que esta rápida recuperación pudo, en parte, también ser favorecida por las lluvias ocurridas durante el segundo semestre de 2012 que duplicaron la media anual histórica de la región, con un registro en el mes de octubre de 192 mm (Fig. 5). Esta precipitación habría permitido el crecimiento de las especies forrajeras, principalmente las invernales (*P. napostaense* y *P. ligularis*), que son las que dominan el pastizal.

Es evidente entonces que estas gramíneas forrajeras serían tolerantes a la defoliación y por esta razón son capaces de reponer el follaje luego del pastoreo. El restablecimiento del mismo estaría determinado por la disponibilidad y actividad de los meristemas intercalares, apicales y axilares (Heady y Child, 1994; Briske y Richards, 1995), los que no habrían sido afectados en esta situación de pastoreo teniendo en cuenta la respuesta observada al comienzo del segundo período de uso.

Asimismo, la acción de los herbívoros habría permitido una mayor incidencia de la luz solar en los estratos inferiores de las plantas, lo que incrementa la radiación fotosintéticamente activa que llega a los mismos (Flemmer *et al.*, 2003) y la temperatura del suelo (Busso *et al.*, 2010), aumentando así la tasa de crecimiento. Esta mayor producción también se podría explicar por la mayor disponibilidad de agua, de nutrientes en los tejidos supervivientes, como así también por los cambios en la estructura de las plantas, ya que las hojas jóvenes tienen mayor tasa fotosintéticas (Retuerto *et al.*, 2003).

Además, el pastoreo en la fase vegetativa incrementaría la producción de tejidos desde los meristemas en activo crecimiento (Briske y Richards, 1995), y teniendo en cuenta que las precipitaciones durante el período de estudio fueron cercanas o superiores al promedio histórico de la región, las plantas pudieron compensar mucho mejor los efectos del pastoreo (Moretto y Distel, 1999). El incremento en la disponibilidad forrajera observado en el inicio del segundo año para el tratamiento de CB, estaría de acuerdo con lo observado por diversos autores (Busso y Richards, 1995; Becker *et al.*, 1997; Saint Pierre *et al.*, 2004), quienes sostienen que después de la defoliación se produciría un incremento de las tasas relativas de crecimiento, lo que permitiría que las plantas puedan restablecer rápidamente el equilibrio de la relación raíz/tallo, y a su vez, se obtendrían plantas con mayor cantidad de recursos que les permitiría un mejor desempeño competitivo en el pastizal.

En CA, la disponibilidad de material forrajero al inicio del segundo período de estudio (2013) fue inferior a la de marzo de 2012 (Tabla 2). Por lo tanto, se podría inferir que la mayor carga animal durante el primer período de pastoreo dejó una disponibilidad de tejido remanente crítica, por lo que la tasa de crecimiento de las especies habría sido más baja y no permitió que el pastizal se recuperara para el segundo período de uso, aún cuando las condiciones ambientales habrían sido favorables.

En esta situación de pastoreo, las plantas debieron rebrotar a partir de las yemas axilares, las cuales presentan una tasa de crecimiento más lenta, por ser mayor el tiempo requerido para su activación (Hodgson y Illius, 1996). Esto no sucede en plantas que poseen un gran número de meristemas activos las cuales se recuperan más rápidamente (Busso *et al.*, 1990), pero no fue el caso de las gramíneas forrajeras de estos pastizales. El restablecimiento de la superficie fotosintética depende según Anslow (1966) de la producción y tamaño de las hojas, la altura de las macollas, el número de macollas por planta y las tasas relativas de crecimiento del tejido foliar; por lo tanto, si el pastoreo tiene un efecto negativo en uno o más de estos componentes del crecimiento, el rápido restablecimiento del follaje puede verse limitado (Busso y Richards, 1995; Cangiano y Brisuela, 2011). Por otra parte, la recuperación de las especies forrajeras en el segundo período de pastoreo en las PE con CA también podría haber sido afectada por la competencia de las gramíneas no forrajeras (“pajas”) (Díaz *et al.*, 2007; Rauber *et al.*, 2014), las cuales son menos defoliadas debido a sus altos contenidos de material poco digestible que les permite evadir el pastoreo (Cottam, 1986; Bryant, 1987; Estelrich *et al.*, 2016). Cabe aclarar que las especies no forrajeras en el periodo de descanso del pastizal (octubre-diciembre) se encuentran con su máxima tasa de crecimiento (Nazar Anchorena, 1988; Llorens, 2013), las cuales competirían con las especies forrajeras, dificultando la recuperación de las mismas, que además tienen baja superficie foliar remante.

En líneas generales, las gramíneas no forrajeras, debido a sus componentes químicos, poseen mecanismos de evasión al pastoreo y por lo general son menos consumidas por el ganado excepto en condiciones críticas (Briske y Richards, 1995). En este trabajo, si bien se esperaba escaso efecto del pastoreo sobre ellas, en el tratamiento de CB se pudo observar una disminución de su biomasa en los tres primeros meses de uso durante los dos períodos estudiados (Figs. 13 y 14). Esto podría explicarse por la alta disponibilidad de material forrajero que los herbívoros disponían durante ese momento y, la necesidad y capacidad de los mismos de balancear su dieta a partir de material vegetal con mayores contenidos de fibra

(Cerqueira *et al.*, 2000). Muy distinto fue lo observado en la situación de CA, ya que la notable disminución de biomasa aérea de estas especies durante los últimos tres meses del ensayo, demuestra que ante la falta de material forrajero, los animales se vieron obligados a consumir especies de menor calidad y palatabilidad. En el segundo periodo de pastoreo las especies no forrajeras por encontrarse con menos material remanente (del año anterior) rebrotaron rápidamente siendo este material de buena calidad (Yapur *et al.*, 2002).



### Altura de las Gramíneas

Las forrajeras de invierno (FI), al comienzo del primer período de pastoreo, en ambos tratamientos (PE con CB y CA) tuvieron similar altura promedio. La mayor disminución ( $p < 0,05$ ) en la altura de las FI en los tratamientos de CB (72 %) y CA (80%) se produjo después de los tres primeros meses de pastoreo. Al final del período de pastoreo, la altura remante fue de 9 cm en las PE con CB y de 7 cm en las PE con CA. Estos valores fueron similares ( $p > 0,05$ ) a los registrados en junio para cada tratamiento (Fig. 15).

En el segundo período de pastoreo, en las PE con CB, luego de los primeros tres meses de uso, la altura promedio de las FI disminuyó ( $p < 0,05$ ) 62 % y el remanente fue de 8 cm. Al finalizar el período de uso, la altura remante registrada fue de 4 cm, la más baja ( $p < 0,05$ ) de este período. En las PE con CA después del pastoreo de tres meses, la altura promedio de las FI disminuyó ( $p < 0,05$ ) 80 % y la altura remante fue 4 cm; mientras que al final del período de pastoreo (octubre), la misma fue 3 cm (Fig. 16).

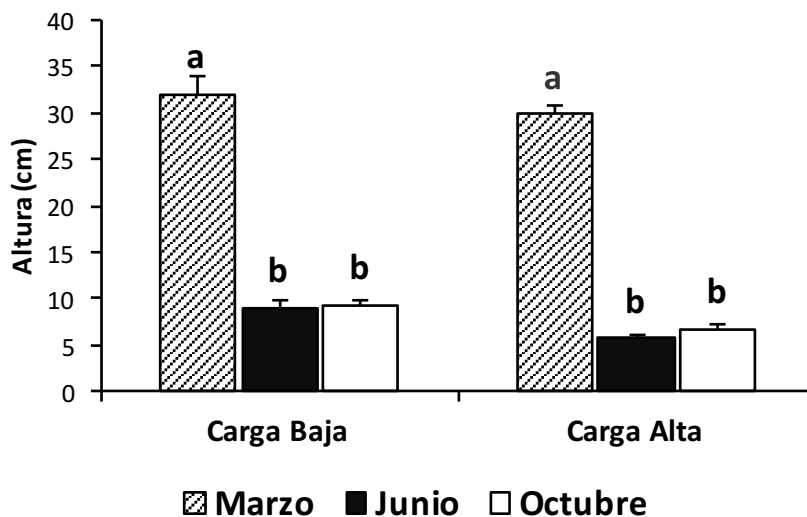


Figura 15. Altura promedio (cm) de las especies forrajeras de invierno en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

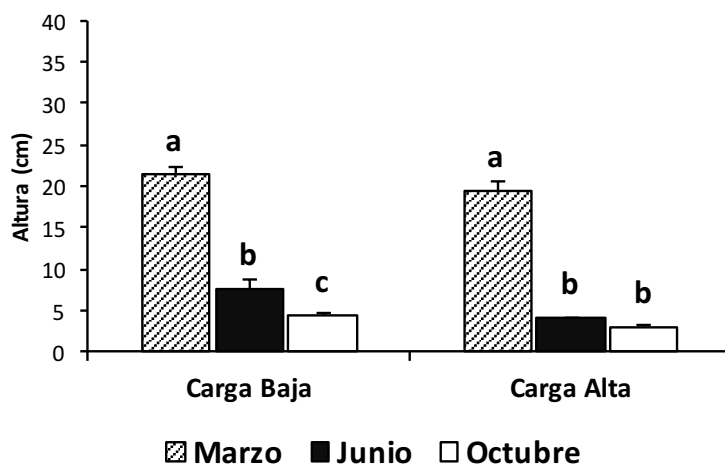


Figura 16. Altura promedio (cm) de las especies forrajeras de invierno en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores (T) representan el error estándar.

En las PE con CB y con CA la altura remanente promedio de las FI difirió significativamente ( $p < 0,05$ ) al inicio y al final de cada período de pastoreo. Los mayores valores se registraron durante el primer período de utilización. Al final de los primeros tres meses de pastoreo (junio), la altura remanente de estas especies no difirió significativamente ( $p > 0,05$ ) entre los diferente períodos de utilización (Tabla.4).

Tabla 4. Altura promedio (cm) de especies forrajeras de invierno en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.

| Fechas de Muestreo   | Altura promedio de Forrajeras de Invierno (cm) |       |         |            |       |         |
|----------------------|--|-------|---------|------------|-------|---------|
|                      | Carga Baja                                     |       |         | Carga Alta |       |         |
|                      | Marzo  | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre |
| Primer período-2012  | 32 a   | 9 a   | 9 a     | 30 a       | 6 a   | 7 a     |
| Segundo Período-2013 | 21 b   | 8 a   | 4 b     | 20 b       | 4 a   | 3 b     |

La altura promedio de las especies forrajeras de verano (FV), en el primer período de uso, disminuyó de manera similar a lo largo del período de pastoreo en ambos tratamientos (Fig. 17). Para ambas cargas, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre la altura inicial y la altura registrada luego de tres meses de pastoreo; mientras que, sí se detectaron diferencias ( $p < 0,05$ ) en la altura final del remanente, en ambas situaciones.

En el segundo período de pastoreo, en ambos tratamientos de carga animal se registró una altura inicial de FV similar. También el patrón de disminución de la altura a lo largo del período de utilización fue similar en ambos tratamientos. Luego de los primeros tres meses de pastoreo, independientemente del tratamiento considerado, la disminución de la altura de las FV no fue significativa ( $p > 0,05$ ). Hacia el final del período de pastoreo (octubre) la altura promedio remanente fue 5 cm en CB y 2 cm en CA. Estos valores difirieron significativamente ( $p < 0,05$ ) de los registrados en marzo, pero no con los registrados en junio (Fig. 18).

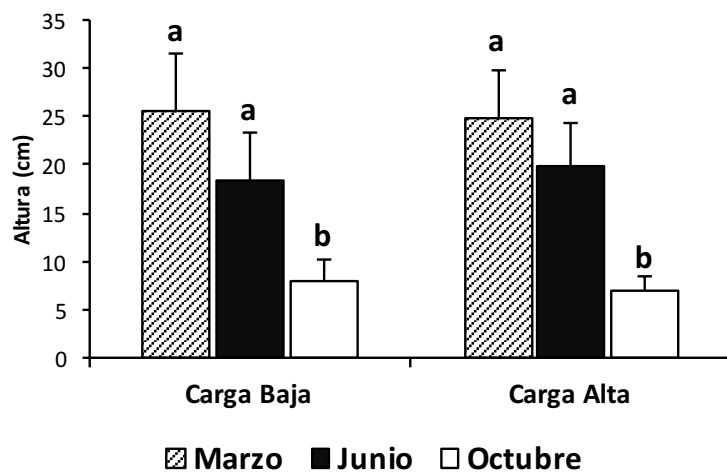


Figura 17. Altura promedio de las especies forrajeras de verano (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

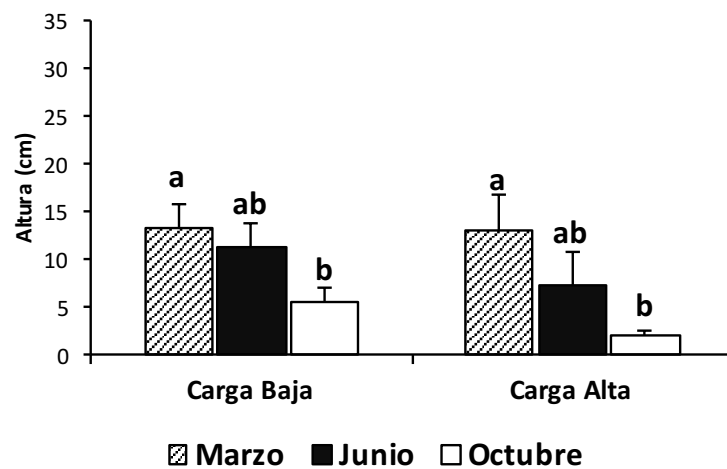


Figura 18. Altura promedio de las especies forrajeras de verano (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

Cuando se compararon las alturas registradas a lo largo de ambos períodos de pastoreo, para el tratamiento de CB no se detectaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre los dos períodos de utilización, en ninguna de las fechas evaluadas. Por el contrario, en el tratamiento de CA, si bien no se detectaron diferencias significativas entre la altura inicial de ambos períodos de pastoreo, sí existieron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre ambos períodos de estudio, en las alturas registradas en junio y en octubre. En el segundo período de pastoreo, luego de tres y seis meses de uso se registraron las alturas remanentes más bajas, que alcanzaron alrededor del 30 % de las alturas remanentes registradas en el período anterior para las mismas fechas (Tabla 5).

Tabla 5. Altura promedio (cm) de especies forrajeras de verano en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.

| Fechas de Muestreo   | Altura promedio de Forrajeras de Verano (cm) |       |         |            |       |         |
|----------------------|--|-------|---------|------------|-------|---------|
|                      | Carga Baja                                   |       |         | Carga Alta |       |         |
|                      | Marzo  | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre |
| Primer período-2012  | 25 a   | 18 a  | 8 a     | 25 a       | 20 a  | 7 a     |
| Segundo Período-2013 | 13 a   | 11 a  | 5 a     | 13 a       | 7 b   | 2 b     |

En las especies no forrajeras (NF), la altura promedio varió a lo largo de cada período de pastoreo y para ambos tratamientos de carga animal. En el primer período, en ambos tratamientos, si bien se registró una disminución luego de los tres primeros meses de pastoreo, no se detectaron diferencias significativas ( $p>0,05$ ). Las únicas diferencias significativas ( $p<0,05$ ) encontradas se registraron en el tratamiento de CA entre el inicio y luego de seis meses de pastoreo (Fig. 19).

En el segundo período de pastoreo, en ambos tratamientos de carga de animal, la altura promedio de estas especies disminuyó a lo largo del ensayo. En el tratamiento de CB sólo se encontraron diferencias significativas ( $p<0,05$ ) entre el comienzo y el final del pastoreo; mientras que, en el tratamiento de CA no se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) entre la altura inicial y aquella registrada luego de los tres primeros meses de pastoreo. En cambio, la altura

registrada al final del período de utilización fue significativamente menor ( $p<0,05$ ) que la altura inicial y la registrada al final de los tres primeros meses de pastoreo (Fig.20).

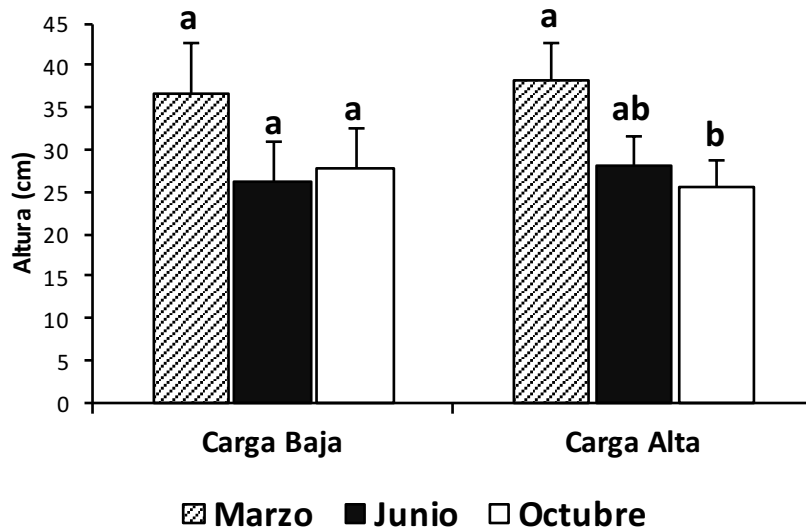


Figura 19. Altura promedio de las especies no forrajeras (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

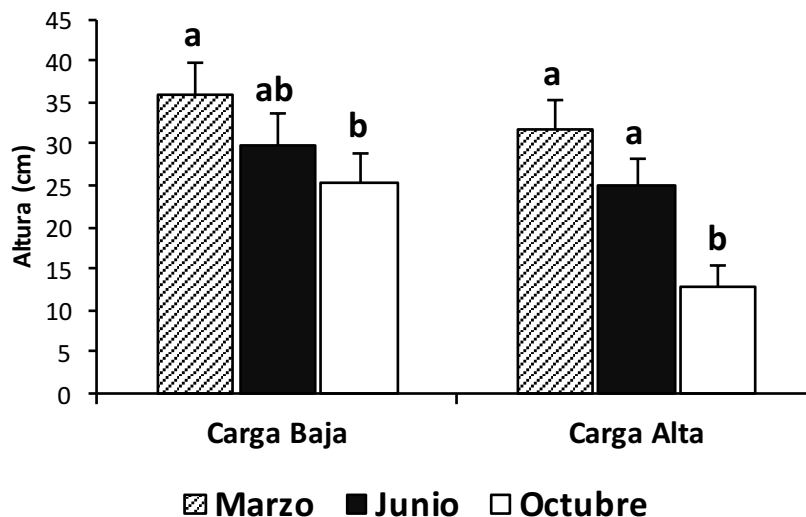


Figura 20. Altura promedio de las especies no forrajeras (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

En las PE con CB no se encontraron diferencias significativas ( $p>0,05$ ) en la altura remanente promedio de las gramíneas NF entre los dos períodos de pastoreo en ninguna de las tres fechas de muestreo (Tabla 6). En las PE con CA, luego de seis meses de pastoreo, fue el único momento donde la altura remanente de las gramíneas NF se diferenció significativamente ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos (Tabla.6).

Tabla 6. Altura promedio de especies no forrajeras (cm) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p<0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.

| Fechas de Muestreo   | Altura promedio de No Forrajeras (cm) |       |         |            |       |         |
|----------------------|---------------------------------------|-------|---------|------------|-------|---------|
|                      | Carga Baja                            |       |         | Carga Alta |       |         |
|                      | Marzo                                 | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre |
| Primer período-2012  | 37 a                                  | 26 a  | 28 a    | 38 a       | 28 a  | 25 a    |
| Segundo Período-2013 | 36 a                                  | 30 a  | 25 a    | 32 a       | 25 a  | 13 b    |

Los resultados obtenidos en este trabajo, destacan la importancia de tener en cuenta la altura remanente de las gramíneas forrajeras luego de cualquier tipo de pastoreo, ya que de ésta depende la recuperación y la producción futura del pastizal. La cantidad de tejido remanente es siempre un excelente indicador de la capacidad de rebrote de estas especies. Si queda poco material remanente, la capacidad de rebrote se verá afectada porque disminuye la producción de fotoasimilados por la poca superficie fotosintética, y el rebrote se debe realizar a expensas de las reservas (Briske y Richards, 1995; Diaz, 2007). Aunque ésta afirmación es sostenida por muchos especialistas, es muy discutida entre diferentes autores, ya que algunos sostienen que las reservas sólo son importantes para asegurar el rebrote durante un muy corto período de tiempo luego del pastoreo (Busso *et al.*, 1990; Briske y Richards, 1995; Briske *et al.*, 2011). Además, es importante considerar que a medida que se reduce la altura de la biomasa de las plantas, los animales tienen que intensificar el tiempo diario de pastoreo para obtener el alimento diario requerido debido a un menor tamaño del bocado y a una menor tasa de consumo (Jamieson y Hodgson, 1979 a y b).

Por otra parte, según Alcalá Brazón (1990) cuando la altura remante del pastizal es baja, debido a que fue pastoreado intensa y frecuentemente, el crecimiento de las gramineas forrajeras es menor por la poca superficie foliar de donde rebrotar. Por esta razón, se debe considerar la altura remanente a dejar luego del pastoreo, ya que la misma determina el índice de área foliar (IAF) a partir del cual se producirá el rebrote y la velocidad con que ocurrirá el mismo.

El factor de uso (FU) es el porcentaje de una especie forrajera que puede ser utilizado cuando el pastizal es manejado apropiadamente como un todo, con el fin de mantener las especies forrajeras importantes para el sistema a lo largo del tiempo (Stoddard y Smith, 1955; Caldwell, 1984). Este factor se expresa como el porcentaje de la producción anual de forraje que podría ser consumido por los animales, pudiendo variar entre el 50 y el 70 % del peso total de la parte aérea dependiendo del porte de la especie considerada (Bell, 1973; Stoddart *et al.*, 1975; Oriente *et al.*, 1980; Cano *et al.*, 1988). Según Peláez *et al.* (1988) generalmente se toma un valor del 50 % cuando se posee poca o nula información sobre la distribución de la materia seca, sin embargo según estos autores deberían realizarse estudios para determinar el FU para cada especie.

Diversos autores (Oriente *et al.*, 1980; Cavagnaro *et al.*, 1983; Guardo *et al.*, 1985; Cano *et al.*, 1988) han estudiado la distribución vertical de la materia seca en gramíneas concluyendo que la relación altura-peso depende de la especie vegetal y del estadio fenológico de desarrollo. Cano *et al.*, (1988) determinaron la relación altura-peso en cuatro gramíneas invernales de la región semiárida pampeana y observaron diferencias importantes en esta relación entre julio (planta sin cañas) y diciembre (plantas con cañas). En general, estas gramíneas que forman parte de los pastizales del caldenal, tienen forma cónica lo que hace que exista una distribución del peso diferente según la altura de las plantas. De esta manera, *P. napostaense* presenta el 50 % del peso a 3,5 cm y 6,6 cm, en julio y diciembre respectivamente. En tanto, *P. ligularis* presenta el 50 % del peso a 1,3 cm en julio y a 1,5 cm en diciembre.

Esta última especie, en situación de pastoreo posee sus coronas a mayor profundidad, lo que le daría mayor tolerancia a la herbivoría (Estelrich *et al.*, 2016).

El primer período de pastoreo, que previamente tuvo 11 meses de descanso, comenzó con una altura promedio de las especies FI de 31 cm, y a los tres meses de pastoreo (junio) la altura remanente fue de 9 cm y 6 cm en los tratamientos de CB y CA respectivamente, alturas superiores donde se encuentra el 50 % del peso de las plantas (Cano *et al.*, 1988). En el segundo período de estudio, en ambos tratamientos de carga animal, las gramíneas FI comenzaron el pastoreo con menor altura (20 cm) que el año anterior. Luego de tres meses de pastoreo se observó que la altura remanente también era superior a la reportada por Cano *et al.*, (1988) para el mes de julio, tanto para *P. napostaense* como para *P. ligularis*. Esto permitiría inferir, que luego de los tres primeros meses de pastoreo no se estaría perjudicando el rebrote futuro de las gramíneas FI. Estas dos especies forrajeras en las cuales el segmento basal acumula casi la mitad de la materia seca de la planta, estarían mejor adaptadas para soportar pastoreos intensos (Cavagnaro *et al.*, 1983).

Si se compara la altura remanente al final de los dos períodos de pastoreo con los valores reportado por Cano *et al.* (1988) se puede observar que existe diferencias entre años las cuales podrían ser atribuibles a las precipitaciones. En octubre de 2012, luego de un período de altas precipitaciones, que permitieron la recuperación de la biomasa y un mayor desarrollo de las plantas, la altura remanente en el tratamiento de CA fue de 7 cm, siendo este valor similar al reportado para *P. napostaense* y superior al de *P. ligularis* en determinaciones realizadas en el mes de diciembre por Cano *et al.* (1988). En cambio en octubre de 2013, donde las precipitaciones previas fueron alrededor de la media anual, la altura remanente en los tratamientos de CB (4 cm) y CA (3 cm) fue muy baja en relación a los valores reportados por Cano *et al.*, (1988) para las mismas especies. Esto podría afectar el futuro rebrote; por lo tanto, las plantas de estas especies necesitarían que los pastoreos previos no hayan afectado las yemas axilares y que dispongan de un área



foliar mínima para no tener que recurrir a sus reservas para su rebrote (Briske *et al.*, 2011).

En general, las gramíneas FV presentan el 50 % de su peso a una altura superior a las gramíneas FI. Cavagnaro *et al.*, (1983) y Guardo *et al.*, (1985) reportaron que en *D. californica* el 50 % de su peso se encuentra a 16 cm de altura, y en *T. crinita* a los 10 cm de altura.

En el primer período de estudio, luego de seis meses de pastoreo, la altura remanente de las gramíneas FV fue de 8 cm en el tratamiento de CB y de 7 cm en el de CA. Estos valores están por debajo del FU reportado por Cavagnaro *et al.*, (1983) y Guardo *et al.*, (1985) para *D. californica* y para *T. crinita*. La altura remanente podría afectar el rebrote de las especies estivales, ya que a fines de octubre se encuentran en plena etapa de vigorización. Por lo que el pastoreo, independientemente de la carga animal usada, que se realice más allá del límite sugerido por el FU podría afectar la supervivencia de *D. californica*, que es la especie dominante dentro de las FV en el pastizal estudiado.

El segundo período de pastoreo (2013), en ambos tratamientos de carga animal, se inició con una altura remanente de las gramíneas FV inferior a 16 cm. Esto sugiere, que las gramíneas FV después de 6 meses de descanso (en el período de desarrollo de las especies C<sub>4</sub>) no fueron capaces de recuperar su altura inicial debido a la intensidad del pastoreo a que fueron expuestas durante el período anterior. La altura remanente de las gramíneas FV se mantuvo por debajo del FU durante todo el periodo de pastoreo en ambos tratamientos. Es altamente probable que las plantas una vez consumidas debieron rebrotar nuevamente a partir de sus reservas ya que el área foliar remanente fue muy baja.

En el caso de las especies no forrajeras (*N. tenuissima*, *J. Ichu*, *N. trichotoma*, *A. brachichaeta*) no hay estudios que indiquen como es la distribución del peso en el plano vertical, posiblemente porque las mismas no son consideradas especies claves de manejo (Oriente, 1980). Es decir, que a estas especies no se le calcula el FU por no

ser especies con alto valor forrajero (Stoddart *et al.*, 1955). En líneas generales, se considera que a estas especies no se las debería consumir por encima del 10 o 20 % de su altura total cuando son plantas viejas, porque el material que se consume tiene altas concentraciones de lignina, celulosa y hemicelulosa (Cerqueira *et al.*, 2000 y 2004). De todos modos, cabe aclarar que el consumo de estas especies por parte de los herbívoros podría favorecer un rebrote más tierno que sería más preferido temporalmente por el ganado.

### **Cobertura Aérea de la Vegetación herbácea, Broza y Suelo Desnudo**

La cobertura aérea de la vegetación herbácea durante el primer período de pastoreo varió a lo largo del año de manera similar para los dos tratamientos de carga animal (CB y CA). Luego de los primeros tres meses de pastoreo se observó que la cobertura aérea disminuyó ( $p < 0,05$ ) y contrariamente a lo esperado, hacia el final del período de uso luego de los seis meses de pastoreo, el porcentaje de cobertura de vegetación aumentó ( $p < 0,05$ ) llegando a valores similares ( $p > 0,05$ ) a los observados al inicio del período (Fig. 21 A y B).

Para este mismo período, en las PE con CB y con CA, el porcentaje de broza se incrementó ( $p < 0,05$ ) luego de los tres primeros meses de pastoreo, y al final del mismo disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ). La proporción de suelo desnudo, sólo mostró una disminución significativa ( $p < 0,05$ ) en las PE con CB entre el inicio y el final del período de pastoreo (Fig. 21 A y B).

En el segundo año de estudio, a lo largo de los seis meses de pastoreo, la cobertura promedio de la vegetación herbácea disminuyó ( $p < 0,05$ ), y la cobertura de broza y la proporción de suelo desnudo aumentaron ( $p < 0,05$ ) en ambos tratamientos de carga animal (Fig. 22 A y B).

Si bien, a lo largo de todo este período de pastoreo, la cobertura de vegetación disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) en ambos tratamientos, la magnitud en cada uno de ellos fue distinta luego de los primeros tres meses de pastoreo. En las PE con CB disminuyó 19 %; mientras que, en las PE con CA la disminución fue de 29 %. Después de seis meses de pastoreo el tratamiento de CB finalizó con 34 % de cobertura de vegetación herbácea y el tratamiento de CA con 22 % (Fig. 22 A y B). Como consecuencia de la disminución de la cobertura de la vegetación herbácea en ambos tratamientos, se registraron incrementos significativos ( $p < 0,05$ ) en los porcentajes de broza y suelo desnudo (Fig. 22 A y B).

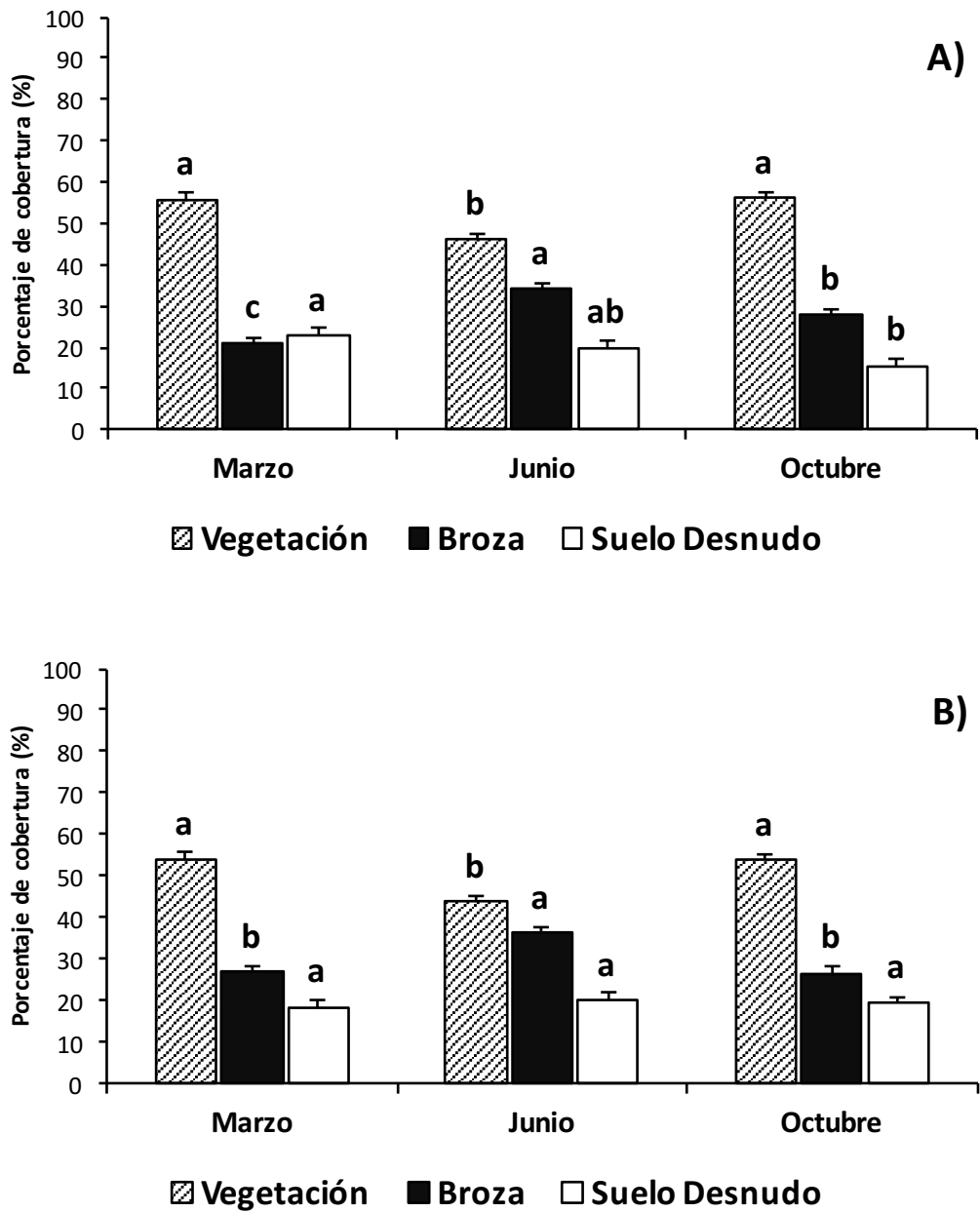


Figura 21. Porcentaje de cobertura aérea de vegetación herbácea, broza y suelo desnudo en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B), durante el primer período de pastoreo (2012). En cada categoría, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

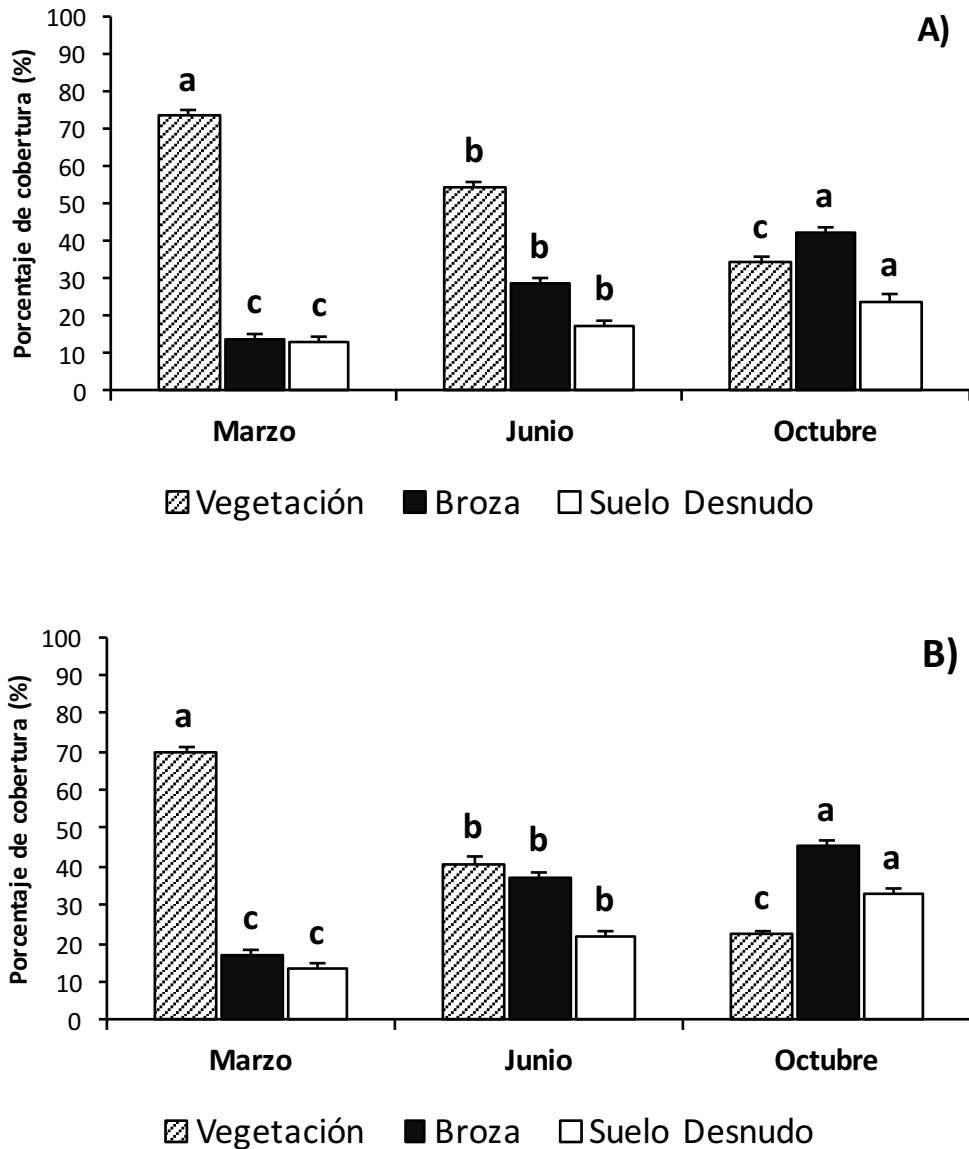


Figura 22. Porcentaje de cobertura aérea de vegetación herbácea, broza y suelo desnudo en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B), durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada categoría, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

En el tratamiento con CB, la cobertura aérea de la vegetación herbácea al inicio del período de pastoreo 2013 fue mayor ( $p < 0,05$ ) que al inicio del período 2012. Contrariamente, el porcentaje de broza y suelo desnudo fueron menores ( $p < 0,05$ ) en el período 2013 que en el 2012 (Tabla 7). Luego de los primeros tres meses de pastoreo la cobertura aérea de la vegetación herbácea fue menor ( $p < 0,05$ ) en el período de pastoreo 2012 que en el 2013; mientras que, el porcentaje de broza

fue mayor ( $p < 0,05$ ) (Tabla 7). Contrariamente a las fechas de inicio y a las fechas luego de tres meses de pastoreo, al final del período de 2012, la cobertura aérea de la vegetación herbácea fue mayor ( $p < 0,05$ ) que en el período de 2013; y el porcentaje de broza y de suelo desnudo fueron menores ( $p < 0,05$ ) en el primer período de pastoreo con respecto al segundo (Tabla 7).

En las PE con CA, al inicio del segundo período de pastoreo hubo mayor ( $p < 0,05$ ) cobertura aérea de vegetación herbácea que en el inicio del primer período de pastoreo; mientras que, los porcentajes de cobertura de broza y suelo desnudo fueron menores ( $p < 0,05$ ). En las fechas de muestreo intermedias no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre los dos períodos de uso en ninguno de los parámetros evaluados (Tabla 7). Al final del primer año de pastoreo, la cobertura de la vegetación herbácea fue mayor ( $p < 0,05$ ) que en el segundo año de estudio. Contrariamente, la cobertura de broza y el porcentaje de suelo desnudo fueron menores ( $p < 0,05$ ) en el primer período de pastoreo que en el segundo (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de cobertura aérea de vegetación herbácea (VH), broza (B) y suelo desnudo (SD) en marzo, junio y octubre, para los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). Para cada variable y fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.

|    |         | Cobertura Aérea de Vegetación, Broza y Suelo Desnudo (%) |       |         |            |       |         |
|----|---------|--|-------|---------|------------|-------|---------|
|    |         | Carga Baja   |       |         | Carga Alta |       |         |
| %  | Período | Marzo  | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre |
| VH | 2012    | 56 b   | 46 b  | 56 a    | 54 b       | 44 a  | 54 a    |
|    | 2013    | 73 a   | 54 a  | 34 b    | 70 a       | 41 a  | 22 b    |
| B  | 2012    | 21 a   | 34 a  | 28 b    | 27 a       | 36 a  | 27 b    |
|    | 2013    | 14 b   | 29 b  | 42 a    | 17 b       | 37 a  | 45 a    |
| SD | 2012    | 23 a   | 20 a  | 16 b    | 19 a       | 20 a  | 19 b    |
|    | 2013    | 13 b   | 17 a  | 24 a    | 13 b       | 22 a  | 33 a    |

#### *Cobertura Aérea de las Especies Forrajeras y No Forrajeras*

Al inicio del primer período de pastoreo, en las PE con CB el 36 % de la cobertura aérea total de la vegetación herbácea (56 %) correspondió a especies forrajeras (F) y el 20 % a especies no forrajeras (NF) (Fig. 21 A). A su vez, de esa proporción, las especies F de invierno (FI) aportaron el 31 % de la cobertura aérea

herbácea; mientras que, las especies F de verano (FV) aportaron el 5 %. Luego de los tres primeros meses de pastoreo, la cobertura aérea de las especies F disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) a 30 % (27 % FI y 3 % FV). La cobertura aérea de las especies NF disminuyó pero no las diferencias no resultaron significativas ( $p > 0,05$ ). Al final del período de uso, la cobertura de las especies F fue similar ( $p > 0,05$ ) a la de marzo y junio. En cambio, la cobertura de especies NF aumentó diferenciándose significativamente ( $p < 0,05$ ) de la registrada en junio (Fig. 23 A).

Al inicio del primer período de pastoreo, la cobertura aérea de especies F en las PE con CA fue de 36 % (31 % FI y 5 % FV) y la de especies NF fue de 18 %. Luego de los tres primeros meses de pastoreo, la cobertura aérea de especies F disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) a 29 % (25 % FI y 4 % FV); mientras que, no se observaron cambios significativos ( $p > 0,05$ ) en la cobertura aérea de las especies NF. Al final del período de pastoreo, no se observaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en la cobertura aérea de las especies F. Con respecto a las NF el 24 % observado representó para esta fecha un aumento significativo de las mismas (Fig. 23B).

En el segundo año de estudio, en las PE con CB al inicio del período pastoreo, la cobertura aérea de la vegetación herbácea fue de 73 %, del cual el 31 % perteneció a las especies F (28 % FI y 3 % FV) y el 42 % a las especies NF (Fig. 24 A). Luego de los tres primeros meses de pastoreo la cobertura de especies F disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) a 23 % (20 % FI y 3 % FO), y la cobertura de NF a 31 %. Cuando finalizó el pastoreo, la cobertura aérea de las especies F fue 18 % y constituyó la menor cobertura observada durante todo el período de pastoreo ( $p < 0,05$ ). Este valor estuvo integrado por el 16 % de especies FI y el 2 % de especies FV. Para esta fecha la cobertura de NF también disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ).

En cuanto a las PE con CA, al inicio del segundo período de pastoreo la cobertura aérea de especies F fue del 28 % (24 % FI y 4 % FV) y la cobertura aérea de especies NF fue 42 %. Luego de los primeros meses de pastoreo, la cobertura tanto de especies F y como de NF disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ). Al final del

período de pastoreo, la cobertura de vegetación volvió a disminuir significativamente ( $p < 0,05$ ), en el caso de las especies F a 10 % (9 % FI y 1 % FV) y en las NF a 12 % (Fig. 24 B).

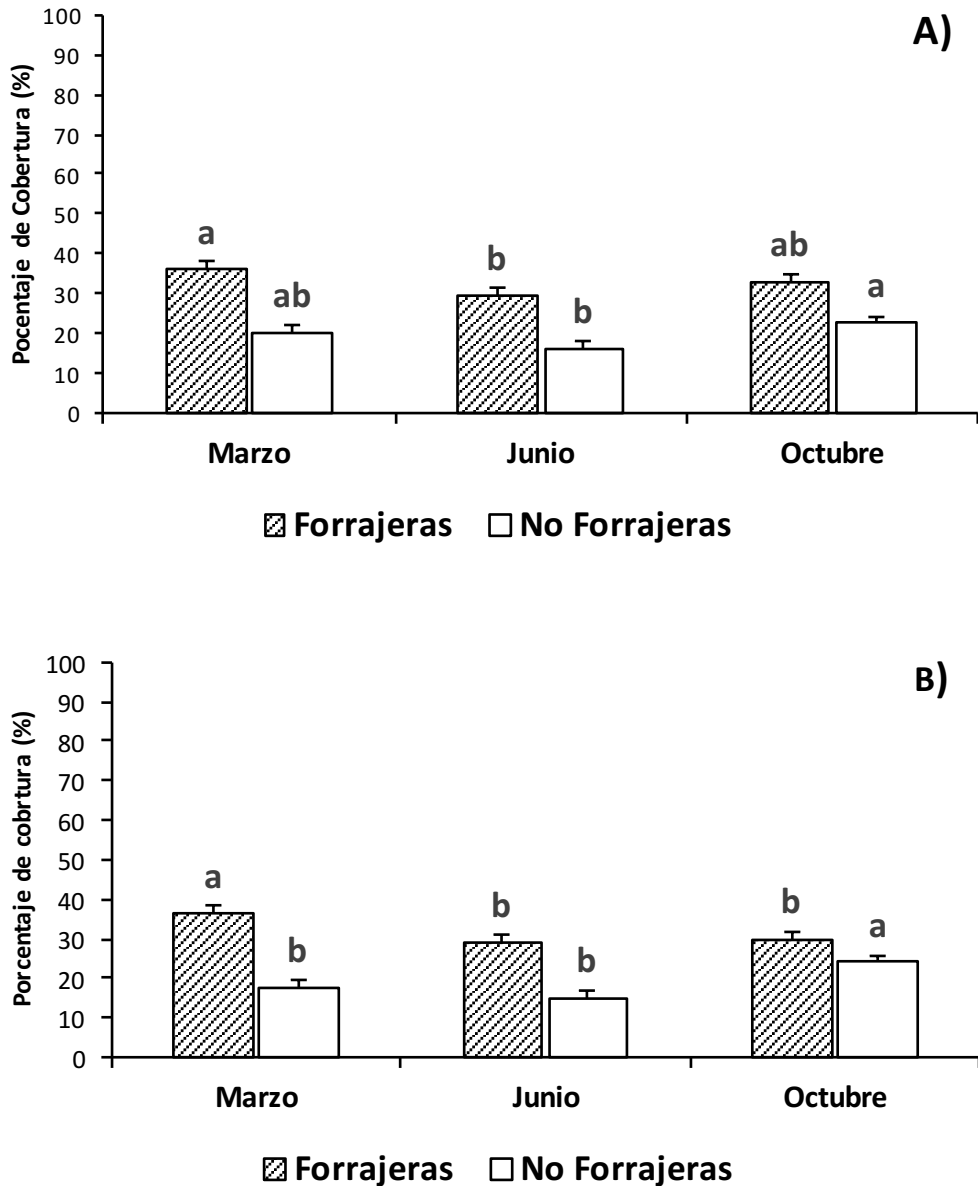


Figura 23. Porcentaje de cobertura aérea de especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF), para los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B) registrados durante el primer período de pastoreo (2012). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.



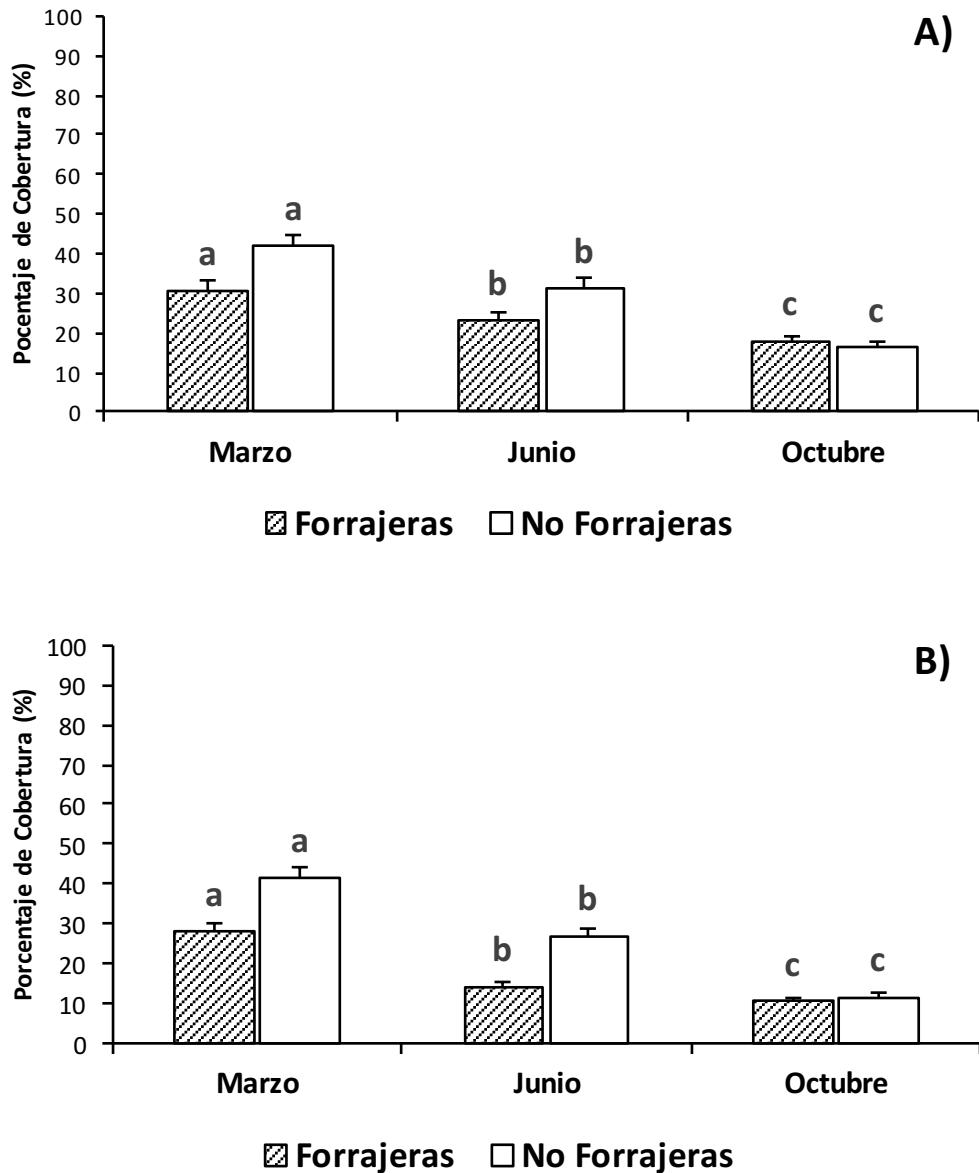


Figura 24. Porcentaje de cobertura aérea de especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF), para los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B) registrados durante el segundo período de pastoreo (2013). Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

En general, los resultados obtenidos en este trabajo indicarían un deterioro del pastizal debido a una reducción de la cobertura aérea de las especies forrajeras y un incremento del porcentaje de suelo desnudo en aquellas situaciones con mayor carga animal y con períodos de pastoreo más prolongados. Los mismos coinciden con los reportados por Morici *et al.*, (2003), Bisigato *et al.*, (2005) y Filippi *et al.*, (2016). Estos autores informaron un incremento en la proporción de suelo desnudo y una

disminución en el porcentaje de broza en las áreas cercanas a la fuente de agua debido a una mayor presión de pastoreo. Sin embargo, Rauber *et al.*, (2014) no encontraron diferencias en la cobertura aérea de la vegetación ni en el porcentaje de broza y suelo desnudo entre diferentes intensidades de pastoreo. En cambio, la composición de los grupos funcionales sí varió en respuesta a las distintas intensidades de pastoreo. Existen numerosas evidencias que indican que el pastoreo comúnmente reduce la cobertura aérea de las especies forrajeras (Bisigato y Bertiller, 1997; Mayor *et al.*, 2003; Morici *et al.*, 2003; Bisigato *et al.*, 2005).

El efecto del pastoreo sobre la cobertura aérea de la vegetación y el porcentaje de broza y suelo desnudo fue distinto en los dos períodos de estudio. En el primer año, la cobertura aérea de la vegetación al inicio y final del pastoreo fue similar; mientras que, en el segundo la misma disminuyó a través del período de pastoreo al mismo tiempo que aumentó la cobertura de broza y la proporción de suelo desnudo. Esta respuesta diferente detectada entre períodos de utilización podría estar directamente relacionada con las precipitaciones ocurridas en cada año (923,5 mm en 2012 vs. 500,9 mm en 2013; Fig. 5). Esta respuesta indicaría que no sólo la carga animal que soporta el pastizal en determinado momento tiene incidencia sobre la cobertura de la vegetación herbácea, principalmente de las especies forrajeras, sino que ante períodos de pastoreo relativamente prolongados las precipitaciones registradas en los mismos juegan un rol clave en la condición del pastizal (Westoby *et al.*, 1989).

En el primer período de estudio (2012), en ambos tratamientos de carga animal, la cobertura aérea de la vegetación herbácea se logró recuperar para cuando finalizó el período de pastoreo. Es probable, al menos en parte, que dicha recuperación se debiera a que las mayores precipitaciones durante ese período se produjeron en agosto y en la primavera, lo que habría favorecido la recuperación de la cobertura aérea de la vegetación herbácea hacia el final del período de pastoreo. La recuperación de la cobertura aérea de la vegetación herbácea podría resultar clave

para prevenir la emergencia y supervivencia de plántulas de especies leñosas (ej. *P. caldenia* y *C. microphylla*) en los pastizales de la región (Peláez *et al.*, 1992 y 1996). La ocurrencia de precipitaciones “oportunas” durante el ciclo de mayor tasa relativa de crecimiento de las gramíneas FI y la posterior ausencia de pastoreo (“descanso”) en el período octubre-marzo permitieron que la cobertura aérea de la vegetación herbácea incrementara hacia el inicio del segundo período de estudio (2013). Los pequeños incrementos en la cobertura aérea de las especies forrajeras registrados en algunas fechas de muestreo, se podrían deber al crecimiento “casi horizontal” observado en algunas especies forrajeras como respuesta al pastoreo (Loydi y Distel, 2010).

En el segundo período de estudio, la precipitación fue menor que la registrada en el primero. Ello habría contribuido, al menos en parte, a que la cobertura aérea de la vegetación herbácea no se recuperara hacia el final de período de pastoreo y que la cobertura aérea tanto de las especies F como de las NF disminuyera a lo largo del mismo. La cobertura aérea de las especies NF, independientemente de la carga animal considerada, disminuyó. Estas especies, que tienen menor concentración de nitrógeno y mayor contenidos de fibras que las especies forrajeras motivo por el cual son menos preferidas por el ganado vacuno (Rauber *et al.*, 2014), son consumidas en presencia de elevadas presiones de pastoreo y/o cuando la disponibilidad de especies forrajeras es baja (Morici *et al.*, 2009). En condiciones de pastoreo continuo con alta carga animal, bajo una secuencia de años con bajas precipitaciones, las especies no forrajeras tenderían a dominar el pastizal. Según Morici (2006), el pastizal entraría en un espiral de degradación ya que la probabilidad de establecimiento de las especies forrajeras disminuiría drásticamente. Ello, como consecuencia que las especies no forrajeras son más tolerantes a la baja disponibilidad de nutrientes asociada comúnmente con ambientes muy pastoreados (Moretto y Distel, 1997) y a que el banco de semillas del suelo se haya dominado por las especies no forrajeras (Estelrich *et al.*, 2005; Morici *et al.*, 2009).

En ambos tratamientos de carga animal, a lo largo del primer período de estudio, el porcentaje de cobertura aérea de las especies F fue mayor que el de las especies NF; mientras que, en el segundo período de estudio ocurrió lo contrario. En general, a través del tiempo, la mayor presión de pastoreo disminuye la habilidad competitiva de las especies más preferidas por el ganado lo cual favorece a aquellas especies que son menos o no consumidas, alterando la composición florística del pastizal y restando potencial productivo a los mismos (Moretto y Distel, 1999; Díaz *et al.*, 2007). Numerosos trabajos existentes hacen referencia a la ocurrencia de estos procesos en los pastizales de nuestra región de estudio, donde las especies forrajeras nativas al ser menos competitivas en condiciones de pastoreo (Loydi *et al.*, 2014) y ser más apetecidas por el ganado vacuno desaparecen, lo que facilitaría la colonización de las áreas por especies no forrajeras (Distel y Bóo, 1995; Cerqueira *et al.*, 2000 y 2004; Guevara *et al.*, 2002; Cingolani *et al.*, 2005; Morici *et al.*, 2006; Pazos *et al.*, 2007).

Los indicios de degradación que presentó el pastizal al final del segundo período de estudio, principalmente cuando la carga animal fue alta en relación a la disponibilidad de especies forrajeras, sugerirían la disminución y/o desaparición de las especies forrajeras más valiosas a causa del sobrepastoreo y la dominancia de especies de escaso o nulo valor forrajero en el corto o mediano plazo (Kellner y Bosch, 1992; Bailey *et al.*, 1996; Morici *et al.*, 2009).

### Riqueza y Diversidad Específica

En el primer período de pastoreo, en el tratamiento de CB, la riqueza específica promedio fue de 24 especies en marzo, 18 especies en junio y 25 especies en octubre. En el tratamiento de CA, el número de especies encontradas fue 19 en marzo, 20 en junio y 26 especies en octubre (Tabla 8). A lo largo de este periodo, en los dos tratamientos de carga animal, la familia botánica con mayor número de especies fue Poaceae, seguida por Asteraceae, y en menor número se encontraron presentes especies de las familias Fabaceae, Turneraceae, Solanaceae, Plantaginaceae, Amarantáceas, Geraniaceae y Urticaceae. En el tratamiento de CB, el aporte de la familia Poaceae fue 58, 78 y 48 %, en marzo, junio y octubre, respectivamente. La contribución de la familia Asteraceae fue 21 % en marzo, 17 % en junio y 24 % en octubre. En el tratamiento de CA, el aporte de la familia Poaceae en marzo fue del 63 %, en junio del 55 % y en octubre del 46 %. La familia Asteraceae aportó el 21, el 20 y el 23 % en marzo, junio y octubre, respectivamente (Tabla 9).

En el segundo periodo de pastoreo, en el el tratamiento de CB, la riqueza específica promedio en marzo fue de 29 especies, en junio de 26 especies y en octubre de 18 especies. En las PE expuestas a CA el número de especies registrado fue de 25 en marzo, 23 en Junio y 19 en octubre (Tabla 8). En este período de pastoreo, la familia de especies más abundante también fue Poaceae, seguida por Asteraceae y en una menor proporción el resto de las familias. En el tratamiento de CB, el aporte de la familia Poaceae incrementó a lo largo de las tres fechas de muestreos: 55 % en marzo, 58 % en junio y 78 % en octubre. La familia Asteraceae estuvo representada con 17, 19 y 11% en marzo, junio y octubre, respectivamente. En el tratamiento de CA, la familia Poaceae aportó el 48 % en marzo, el 57 % en junio y el 63 % en octubre. El aporte de la familia Asteraceae fue 20 % en marzo, 26 % en junio y 11 % en octubre (Tabla 9).

Tabla 8. Riqueza específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, en el primer (2012) y segundo período de pastoreo (2013).

| Especie                           | Familia        | Primer Periodo 2012 |       |         |            |       |         | Segundo Periodo 2013 |       |         |            |       |         |
|-----------------------------------|----------------|---------------------|-------|---------|------------|-------|---------|----------------------|-------|---------|------------|-------|---------|
|                                   |                | Carga Baja          |       |         | Carga Alta |       |         | Carga Baja           |       |         | Carga Alta |       |         |
|                                   |                | Marzo               | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre | Marzo                | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre |
| <i>Amelichloa brachychaeta</i>    | Poaceae        | +                   | +     | +       |            | +     | +       | +                    |       | +       | +          | +     | +       |
| <i>Aristida subulata</i>          | Poaceae        |                     |       |         | +          |       |         |                      |       |         | +          | +     | +       |
| <i>Bothriochloa springfieldii</i> | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          |       | +       | +                    | +     | +       |            |       |         |
| <i>Briza subaristata</i>          | Poaceae        |                     |       |         |            |       |         | +                    | +     |         |            |       |         |
| <i>Bromus brevis</i>              | Poaceae        |                     | +     | +       |            |       |         | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Cynodon dactylon</i>           | Poaceae        | +                   |       |         |            |       | +       |                      |       | +       | +          | +     | +       |
| <i>Digitaria californica</i>      | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Elionurus muticus</i>          | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       |            |       |         |
| <i>Hordeum stenostachys</i>       | Poaceae        |                     |       |         |            |       |         | +                    | +     |         |            |       |         |
| <i>Jarava ichu</i>                | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Nassella longiglumis</i>       | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          |       | +       | +                    | +     | +       |            | +     |         |
| <i>Nassella tenuis</i>            | Poaceae        |                     |       |         |            |       |         |                      | +     | +       |            |       |         |
| <i>Nassella tenuissima</i>        | Poaceae        | +                   | +     |         | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Nassella trichotoma</i>        | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     |         | +          | +     | +       |
| <i>Piptochaetium napostaense</i>  | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Poa ligularis</i>              | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Setaria leucopila</i>          | Poaceae        | +                   | +     | +       |            | +     |         | +                    |       |         |            |       |         |
| <i>Sporobolus cryptandrus</i>     | Poaceae        | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Trichloris crinita</i>         | Poaceae        | +                   | +     |         | +          | +     |         | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Acmella decumbens</i>          | Asteraceae     | +                   |       | +       | +          | +     | +       | +                    | +     |         |            |       |         |
| <i>Austrobrickellia patens</i>    | Asteraceae     | +                   | +     | +       | +          |       | +       | +                    | +     |         | +          | +     |         |
| <i>Baccharis crispa</i>           | Asteraceae     |                     |       | +       |            | +     | +       | +                    | +     |         |            | +     |         |
| <i>Baccharis gilliesii</i>        | Asteraceae     | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Baccharis ulicina</i>          | Asteraceae     | +                   | +     | +       | +          | +     | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Conyza bonariensis</i>         | Asteraceae     | +                   |       | +       |            |       |         | +                    |       |         | +          | +     |         |
| <i>Gamochoaeta calviceps</i>      | Asteraceae     |                     |       |         |            |       | +       |                      |       |         |            |       |         |
| <i>Solidago chilensis</i>         | Asteraceae     |                     |       |         |            |       |         |                      |       |         | +          | +     |         |
| <i>Rhynchosia senna</i>           | Fabaceae       | +                   |       | +       | +          |       | +       | +                    | +     |         | +          |       |         |
| <i>Prosopis caldenia</i>          | Fabaceae       |                     |       |         |            |       |         |                      |       |         | +          | +     | +       |
| <i>Prosopis flexuosa</i>          | Fabaceae       | +                   |       | +       |            | +     | +       | +                    |       |         | +          | +     | +       |
| <i>Medicago minima</i>            | Fabaceae       |                     |       |         |            |       |         |                      |       |         |            |       | +       |
| <i>Solanum elaeagnifolium</i>     | Solanaceae     | +                   |       | +       | +          |       | +       | +                    | +     | +       | +          | +     | +       |
| <i>Solanum juvenale</i>           | Solanaceae     |                     |       | +       |            |       | +       | +                    | +     |         | +          |       |         |
| <i>Chenopodium album</i>          | Chenopodiáceas |                     |       | +       |            | +     | +       | +                    | +     |         | +          | +     |         |
| <i>Daucus pusillus</i>            | Apiaceae       |                     |       |         |            |       | +       |                      |       |         |            |       |         |
| <i>Erodium cicutarium</i>         | Geraniaceae    |                     |       | +       |            | +     | +       |                      |       |         |            |       |         |
| <i>Euphorbia serpens</i>          | Euphorbiaceae  |                     |       |         |            |       |         | +                    | +     |         | +          |       |         |
| <i>Plantago patagonica</i>        | Plantaginaceae |                     |       | +       |            | +     | +       |                      |       | +       | +          |       | +       |
| <i>Salsola kali</i> L.            | Amaranthaceae  | +                   | +     |         |            |       |         | +                    | +     |         |            |       |         |
| <i>Turnera pinnatifida</i>        | Turneraceae    | +                   |       |         | +          | +     |         |                      |       |         |            |       |         |
| <i>Urtica urens</i>               | Urticaceae     |                     |       |         |            |       |         | +                    |       |         |            |       |         |
| <b>RIQUEZA</b>                    |                | 24                  | 18    | 25      | 19         | 20    | 26      | 29                   | 26    | 18      | 25         | 23    | 19      |

Tabla 9. Porcentaje (%) de las familias de especies en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, en el primer (2012) y segundo período de pastoreo (2013).

| Familia        | Primer Periodo 2012 |       |         |            |       |         | Segundo Periodo 2013 |       |         |            |       |         |
|----------------|---------------------|-------|---------|------------|-------|---------|----------------------|-------|---------|------------|-------|---------|
|                | Carga Baja          |       |         | Carga Alta |       |         | Carga Baja           |       |         | Carga Alta |       |         |
|                | Marzo               | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre | Marzo                | Junio | Octubre | Marzo      | Junio | Octubre |
| Poáceas        | 58                  | 78    | 48      | 63         | 55    | 46      | 55                   | 58    | 78      | 48         | 57    | 63      |
| Asteraceae     | 21                  | 17    | 24      | 21         | 20    | 23      | 17                   | 19    | 11      | 20         | 26    | 11      |
| Fabaceae       | 8                   | 0     | 8       | 5          | 5     | 8       | 7                    | 4     | 0       | 12         | 9     | 16      |
| Solanaceae     | 4                   | 0     | 8       | 5          | 0     | 8       | 7                    | 8     | 6       | 8          | 4     | 5       |
| Chenopodiáceas | 0                   | 0     | 4       | 0          | 5     | 4       | 3                    | 4     | 0       | 4          | 4     | 0       |
| Apiaceae       | 0                   | 0     | 0       | 0          | 0     | 4       | 0                    | 0     | 0       | 0          | 0     | 0       |
| Geraniaceae    | 0                   | 0     | 4       | 0          | 5     | 4       | 0                    | 0     | 0       | 0          | 0     | 0       |
| Euphorbiaceae  | 0                   | 0     | 0       | 0          | 0     | 0       | 3                    | 4     | 0       | 4          | 0     | 0       |
| Plantaginaceae | 0                   | 0     | 4       | 0          | 5     | 4       | 0                    | 0     | 6       | 4          | 0     | 5       |
| Amaranthaceae  | 4                   | 6     | 0       | 0          | 0     | 0       | 3                    | 4     | 0       | 0          | 0     | 0       |
| Turneraceae    | 4                   | 0     | 0       | 5          | 5     | 0       | 0                    | 0     | 0       | 0          | 0     | 0       |
| Urticaceae     | 0                   | 0     | 0       | 0          | 0     | 0       | 3                    | 0     | 0       | 0          | 0     | 0       |

Durante el primer período de pastoreo, la diversidad específica en el tratamiento de CB disminuyó ( $p < 0,05$ ) luego de los primeros tres meses de utilización. Luego de tres meses más de pastoreo aumentó ( $p < 0,05$ ) alcanzando el máximo valor de este período de estudio (Fig. 25). En el tratamiento de CA, luego de los tres primeros meses de pastoreo se registró una disminución no significativa ( $p > 0,05$ ) de la diversidad específica. Sin embargo, hacia el final del período de pastoreo la misma aumentó ( $p < 0,05$ ) y alcanzó su máximo valor (Fig. 25).

En el segundo período de estudio, la diversidad específica en el tratamiento de CB tuvo en patrón diferente al registrado en el primer período. La diversidad específica disminuyó a lo largo del período de pastoreo; sin embargo, sólo se detectaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre la fecha de muestreo de octubre con las de marzo y junio. La menor diversidad específica se registró al final del período (Fig. 26). En el tratamiento de CA la diversidad específica se redujo significativamente ( $p < 0,05$ ) a lo largo del segundo período de pastoreo (Fig. 26).

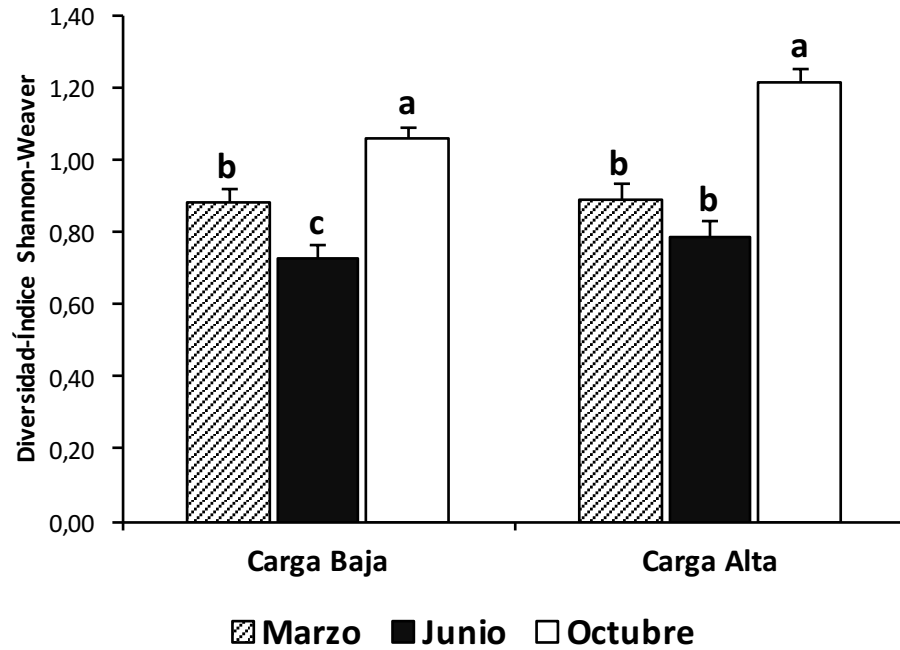


Figura 25. Diversidad específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer período de pastoreo (2012). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

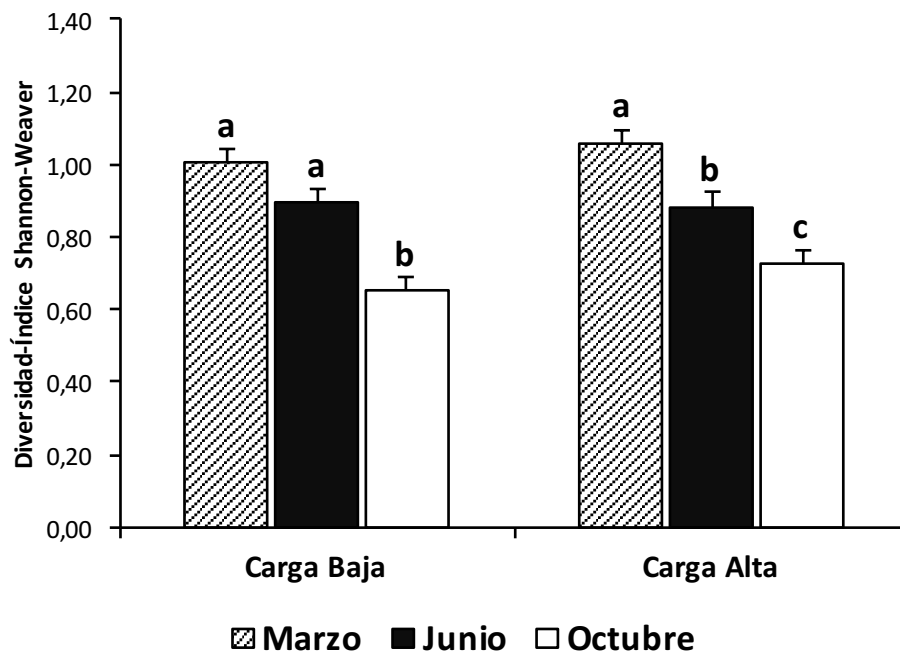


Figura 26. Diversidad específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el segundo período de pastoreo (2013). En cada tratamiento, columnas con letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas de muestreo. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.



En el tratamiento de CB, cuando se compararon ambos períodos de pastoreo, la diversidad específica sólo difirió significativamente ( $p < 0,05$ ) al final de los mismos, en el período de 2012 la diversidad específica fue mayor que en 2013 (Tabla 10). Excepto en la primera fecha de muestreo, donde la diversidad específica fue mayor ( $p < 0,05$ ) en el período 2013, en el tratamiento de CA la respuesta fue análoga a la registrada en el tratamiento de CB (Tabla 10).

Tabla 10. Diversidad específica en marzo, junio y octubre, en los tratamientos de carga animal baja y alta, durante el primer (2012) y el segundo período de pastoreo (2013). En cada fecha de muestreo, letras distintas indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0,05$ ) entre los dos periodos de pastoreo.

| Período | Diversidad - Índice de Shannon-Weaver |        |         |            |        |         |
|---------|---------------------------------------|--------|---------|------------|--------|---------|
|         | Carga Baja                            |        |         | Carga Alta |        |         |
|         | Marzo                                 | Junio  | Octubre | Marzo      | Junio  | Octubre |
| 2012    | 0,88 a                                | 0,72 a | 1,06 a  | 0,88 b     | 0,79 a | 1,21 a  |
| 2013    | 1,00 a                                | 0,89 a | 0,65 b  | 1,06 a     | 0,88 a | 0,73 b  |

Diversos estudios atribuyen a la intensidad y frecuencia de pastoreo los cambios en la diversidad específica que se registran en distintos sistemas naturales (Milchunas *et al.*, 1988; Solbrig, 1993; Viglizzo, 1994; Estelrich *et al.*, 1997; Morici *et al.*, 1999; Cingolani *et al.*, 2008; Hanke *et al.*, 2014). Se reportaron cambios en la diversidad específica por efecto del pastoreo en pastizales sub-húmedos (Sala *et al.*, 1986, Pucheta *et al.*, 1998, Nai-Bregaglio *et al.*, 2002), semiáridos (Estelrich *et al.*, 2005) y áridos (Morici *et al.*, 2006), como así también en las zonas serranas sub-húmedas donde los máximos valores de diversidad específica se presentaron a niveles de pastoreo intermedio (Frangi *et al.*, 1980; Loydi y Distel, 2010).

Según Grime (1973) el pastoreo impide la dominancia de unas pocas especies con alta capacidad competitiva, lo cual aumenta la diversidad. Sin embargo, Milchunas *et al.* (1988) sostienen que en los sistemas que evolucionaron con baja presión de pastoreo el máximo de diversidad se produce con cargas animales bajas, si las cargas animales aumentan, la falta de adaptación de las especies provoca una fuerte disminución de la diversidad. Siguiendo con esta línea, Cingolani *et al.* (2008)

sostiene que en sistemas que evolucionaron con baja presión de herbivoría es menos probable que la ganadería comercial resulte compatible con la conservación de la biodiversidad.

El pastoreo produce cambios en la composición florística, estando estos en relación con las estrategias de las plantas frente a la herbivoría (Coley *et al.*, 1985; Rosenthal y Kotanen, 1994; Cingolani *et al.*, 2005b; Díaz *et al.*, 2007). Es así que el reemplazo de especies palatables por especies menos palatables se produce porque estas últimas presentan estrategias de evasión al pastoreo (James *et al.*, 1999; Curtin *et al.*, 2002; Friedel *et al.*, 2003).

Los resultados obtenidos en este trabajo, donde el pastizal tiene una corta historia de uso, permitieron identificar cambios en la diversidad específica en el corto plazo, que podrían ser atribuidas a la presión de pastoreo. Sin embargo, resulta difícil identificar claramente el efecto del pastoreo y diferenciarlo de las variables ambientales, como las precipitaciones. Durante el primer período de estudio, para ambos tratamientos de carga animal, la diversidad específica fue máxima hacia el final del período de uso, cuando cada una de las parcelas experimentales estaba recibiendo la mayor presión de pastoreo. Al menos en parte, esto se debería a las mayores precipitaciones ocurridas a finales de invierno y principio de primavera (Fig. 5) que favorecieron el establecimiento de algunas especies anuales (Fig. 23).

Se ha mencionado que en algunos ecosistemas el pastoreo en general induce el reemplazo de especies perennes por anuales (Osem *et al.*, 2002; Peco *et al.*, 2005), y que también puede afectar la habilidad competitiva de las especies forrajeras, abriendo espacios para la entrada de especies colonizadoras (Llana *et al.*, 1990). Sin embargo, en este estudio el tiempo de pastoreo no ha sido tan prolongado como para observar estos cambios y sólo se observó la aparición de algunas latifoliadas anuales (*Chenopodium album*, *Conyza bonariensis*, *Plantago patagonica* y *Erodium cicutarium*), relacionadas con las precipitaciones estacionales. Otros autores (Milchunas *et al.*, 1988; Chaneton *et al.*, 2002) también mencionan que el pastoreo

puede facilitar la invasión de especies exóticas, pero esto tampoco fue detectado en el presente trabajo.

Por el contrario, durante el segundo período de estudio, la notable disminución que se observa en la diversidad florística para ambos tratamientos de carga animal, se puede explicar por la presión de pastoreo en una situación de escasas precipitaciones (Fig. 5), lo cual podría provocar una menor capacidad de respuesta de la comunidad vegetal frente a un factor de disturbio (McCann, 2000).

Como se mencionó anteriormente, la cobertura aérea de vegetación herbácea durante el segundo período de muestreo disminuyó notablemente, y la misma se vio reflejada en la diversidad (Fig. 24). Resultado similar fue reportado por Hanke *et al.* (2014), donde el pastoreo más pesado redujo la cobertura vegetal total y alteró sustancialmente la composición de las especies en pastizales de la región seca del sur de África. La disminución de la diversidad se podría deber a que el pastoreo favorece a algunos grupos funcionales (Altesor *et al.*, 2006; Díaz *et al.*, 2007) como son las no forrajeras, además el mismo afecta el número de especies presentes (Stockton *et al.*, 2005; Altesor *et al.*, 2006) y modifica la estructura de la comunidad (Zalba y Cozzani, 2004). En este caso se produce un incremento de gramíneas de baja palatabilidad (Frangi y Bottino, 1995) que evitan o toleran el pastoreo (Milchunas *et al.*, 1998; Piazza *et al.*, 2016).

Si además de la diversidad vegetal del sitio tenemos en cuenta la composición de especies, es evidente que el pastoreo produce un recambio, lo cual beneficia a algunas y perjudica a otras (Cingolani *et al.*, 2008). En sitios donde un nivel intermedio de cargas maximiza la diversidad, existen algunas especies susceptibles casi exclusivas de comunidades no pastoreadas (Cingolani *et al.*, 2003; Shitzer *et al.*, 2008). Asimismo, cuando la diversidad disminuye por exceso de carga animal, se benefician algunas especies nativas más resistentes al pastoreo, las cuales están poco representadas en situaciones de baja carga animal. Sin embargo, algunos investigadores consideran que cuando se quiere beneficiar a determinados grupos de

especies, como son las endémicas, se podría pensar en trabajar con cargas muy bajas o muy altas (West, 1993; Cingolani *et al.*, 2008).

En la región del Monte de Argentina, Bisigato y Bertiller (1997) también encontraron pérdidas de especies con el aumento de la carga animal. Además de asociarse a una disminución de la diversidad vegetal, el pastoreo ha causado un deterioro permanente de los recursos forrajeros y de la producción ganadera (Golluscio *et al.*, 1998; Ares, 2006). También para sitios áridos y semiáridos de Australia se documentaron disminuciones en la diversidad de plantas nativas en años secos como respuesta a la ganadería (Friedel, 1997; Landsberg *et al.*, 2003; Lunt *et al.*, 2007). Es posible que la extendida degradación actual de los sistemas semiáridos poco adaptados a la herbivoría esté acentuada porque las cargas de las primeras décadas fueron mayores a las cargas óptimas, debido a una errónea percepción de la capacidad del sistema (Ares, 2006).

Según diversos investigadores (Chapin *et al.*, 2000; McCann, 2000) la diversidad específica, es un parámetro integrador de la comunidad vegetal que para los pastizales bajo pastoreo se transforma en un buen indicador de su condición y tendencia, ya que una alta diversidad de especies nativas permitirían a la comunidad tener una mayor capacidad de respuesta frente a cambios ambientales o disturbios de distintos tipos. Mientras que, Hanke *et al.*, (2014) reportaron que la diversidad de especies por sí sola puede no reflejar adecuadamente los cambios en la estructura de la vegetación que se produce en respuesta al aumento de la intensidad de pastoreo en los biomas de tierras secas del sur de África. Por otra parte se ha reconocido que la riqueza de especies es de limitado valor indicativo si se aplica sola, porque necesita extinción para ser reactiva (Purvis y Hector, 2000; Hanke *et al.*, 2014).

### Composición Botánica de la Dieta Animal

La composición botánica de la dieta de los vacunos a lo largo de los dos períodos de pastoreo, estuvo dominada casi en su totalidad por especies de la familia Poaceae. La selección de las especies consumidas fue variando dentro de esta misma familia, entre especies forrajeras (F) y no forrajeras (NF).

En el primer período de pastoreo, en ambos tratamientos la dieta de los vacunos a los veinte días de iniciado el pastoreo, en el mes de abril, estuvo integrada en un 96 % por las especies F (*P. ligularis* y *P. napostaense*). El aporte de las especies F disminuyó significativamente ( $p < 0,05$ ) a los tres y a los seis meses de pastoreo; mientras que el aporte de las especies NF (principalmente *N. tenuissima* y *J. Ichu*) aumentó ( $p < 0,05$ ). Estas diferencias fueron más marcadas/amplias en el tratamiento de CA. Al final del período de utilización (octubre) la composición de las especies F en la dieta fue 32 % en el tratamiento de CB y 19 % en CA. El aporte de otras especies a la dieta se mantuvo constante ( $p > 0,05$ ) a través de todo el período y en ambos tratamientos (Fig. 27 A y B).

En el segundo año de estudio, la composición de la dieta de los vacunos mostró el mismo comportamiento a lo largo del período de pastoreo que en el primer período de estudio, excepto por el aporte de las especies que conforman la categoría otras (*Chenopodium album* y *Solanum eleagnifolium* principalmente). En este año, el aporte de las especies F en abril, en el tratamiento de CB fue 82 % y en CA 75 %; mientras que al final del período la composición de especies F fue 30 y 14 %, en CB y CA respectivamente (Fig. 28 A y B).

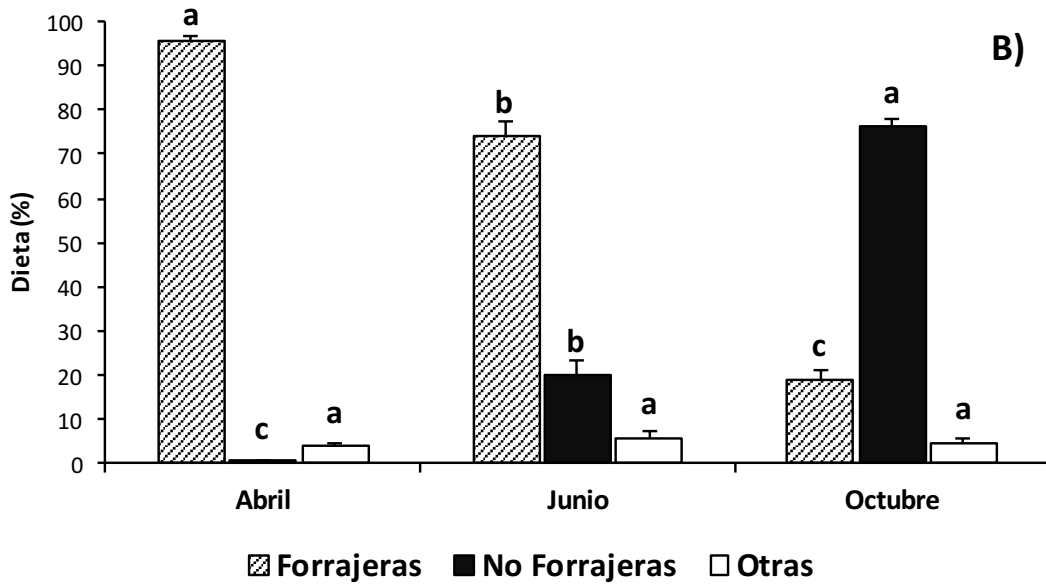
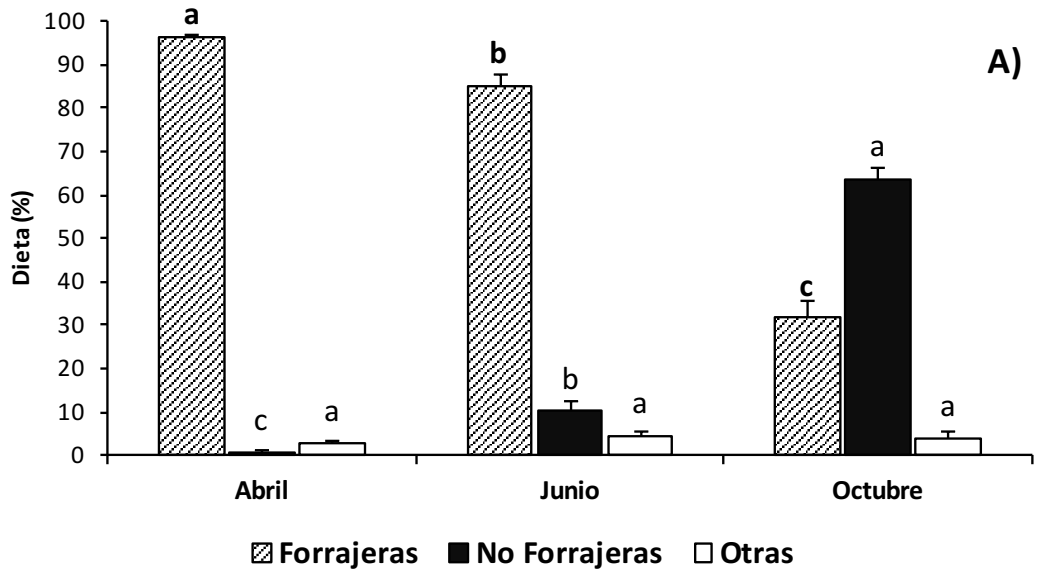


Figura 27. Porcentaje (%) de especies forrajeras, no forrajeras y otras en la dieta de los vacunos a pastoreo en abril, junio y octubre, en el primer período de estudio (2012) en los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B). Letras distintas indican diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre meses para cada categoría de especies. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

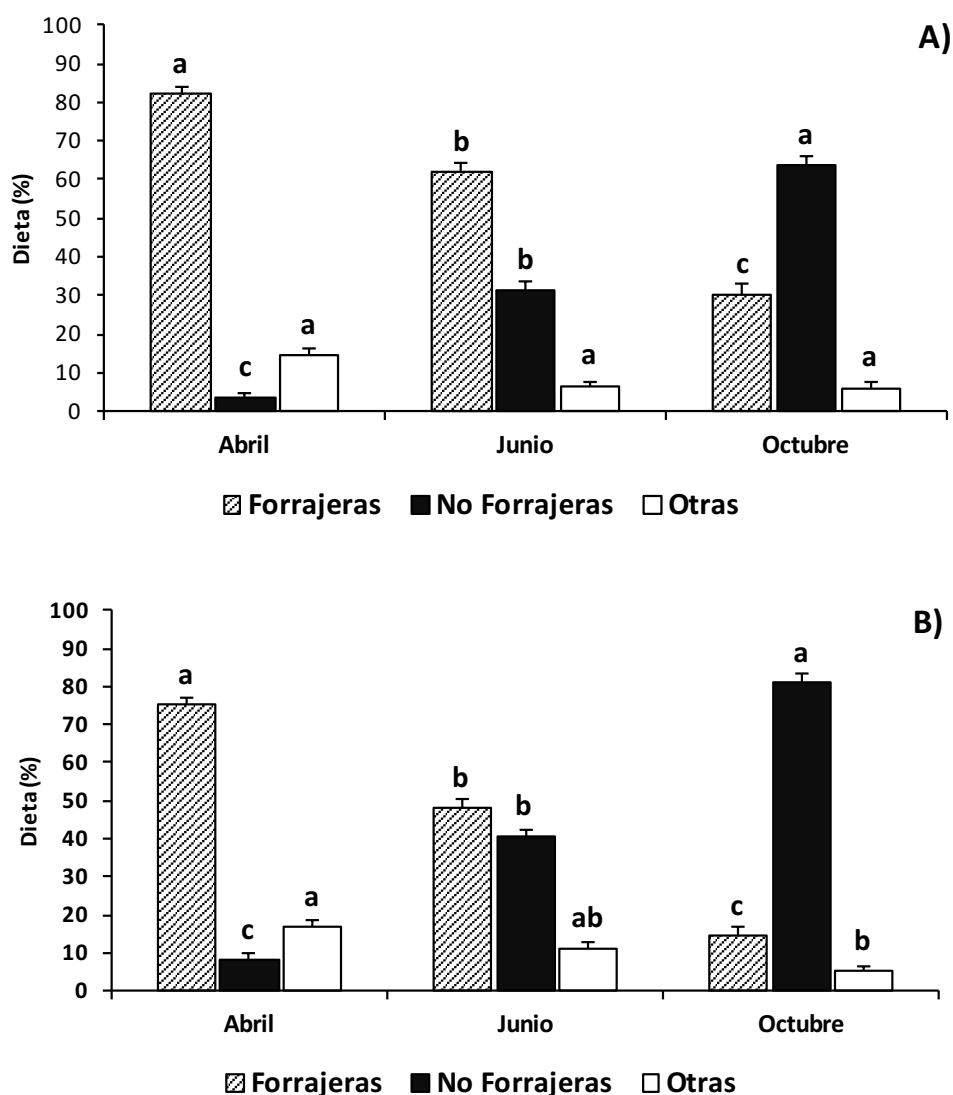


Figura 28. Porcentaje (%) de especies forrajeras, no forrajeras y otras en la dieta de los vacunos a pastoreo, en abril, junio y octubre, en el segundo período de estudio (2013) en los tratamientos de carga animal baja (A) y alta (B). Letras distintas indican diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre meses para cada categoría de especies. Las barras superiores ( $\tau$ ) representan el error estándar.

En ambos tratamientos de carga animal, el aporte de las especies F a la dieta de los vacunos a pastoreo en abril y junio fue mayor ( $p < 0,05$ ) en el primer período de estudio que en el segundo; mientras que, no se detectaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre períodos de estudio al final (octubre) del período de pastoreo (Tabla 11). Contrariamente, en ambos tratamientos de carga animal, la contribución de las especies NF a la dieta en las dos primeras fechas de muestreo fue significativamente mayor ( $p < 0,05$ ) en el segundo período de estudio que el primero; en tanto, no se hallaron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) entre períodos de estudio al final del período de pastoreo (Tabla 11). El aporte de las especies agrupadas en otras a la

dieta, en ambos tratamientos de carga animal, fue mayor en el segundo período de estudio que en el primero. Sin embargo, sólo se encontraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre períodos de estudio en abril, en ambos tratamientos de carga animal, en abril (Tabla 11).

Tabla 11. Porcentaje (%) de especies forrajeras, no forrajeras y otras en la dieta de los vacunos a pastoreo en abril, junio y octubre, de los dos períodos de estudio, para los tratamientos de carga animal baja y alta. En cada categoría de especies, letras distintas indican diferencias estadísticas ( $p < 0,05$ ) entre los períodos (2012 y 2013) en cada mes evaluado.

| Especies      | Período | Dieta Animal (%) |        |         |            |        |         |
|---------------|---------|------------------|--------|---------|------------|--------|---------|
|               |         | Carga Baja       |        |         | Carga Alta |        |         |
|               |         | Abril            | Junio  | Octubre | Abril      | Junio  | Octubre |
| Forrajeras    | 2012    | 96,4 a           | 85,1 a | 31,6 a  | 95,7 a     | 74,1 a | 19,0 a  |
|               | 2013    | 82,0 b           | 62,0 b | 30,2 a  | 75,3 b     | 48,0 b | 14,3 a  |
| No Forrajeras | 2012    | 0,8 a            | 10,3 b | 63,7 a  | 0,3 b      | 20,0 b | 76,2 a  |
|               | 2013    | 3,5 a            | 31,3 a | 63,7 a  | 8,0 a      | 40,8 a | 80,4 a  |
| Otras         | 2012    | 2,7 b            | 4,6 a  | 4,7 a   | 3,9 b      | 5,9 a  | 4,8 a   |
|               | 2013    | 14,4 a           | 6,7 a  | 6,1 a   | 16,7 a     | 11,2 a | 5,3 a   |

Los vacunos y otras especies de rumiantes, de acuerdo al material que ingieren son considerados consumidores de gramíneas y forraje grosero (Torrano y Valderrábano, 2003) debido a que pastan la fracción herbácea de la vegetación y son los más eficientes en utilizar el material celulósico. En general, estos animales seleccionan algunas especies sobre otras, y además prefieren las hojas sobre los tallos y el material verde al seco (Chacón y Sobbs, 1976; Hodgson, 1982; Volesky *et al.*, 2007). En este contexto, los resultados obtenidos en el presente trabajo muestran también que los vacunos tuvieron alta preferencia por las gramíneas perennes nativas. En el mismo sentido, Chacón (1986) y Martín y Lagomarsino (2000), reportaron que en pasturas integradas por gramíneas y leguminosas los vacunos prefirieron consumir, especialmente cuando su disponibilidad no fue limitada, gramíneas de la familia Poaceae. Comportamientos similares fueron mencionados para para vacunos que pastaban en las sabanas de Venezuela (Morantes *et al.*, 2010).

A su vez, la dieta de los vacunos depende de la composición florística del pastizal en el que estén pastoreando. Fernández y Morici (1999), trabajando en un



arbustal sin alambrados con baja cobertura de gramíneas perennes nativas en el SO de la provincia de La Pampa, encontraron que la proporción de gramíneas en la dieta de vacunos en mayo era del 56 % y la de arbustos forrajeros del 44 %; mientras que, en diciembre las gramíneas aportaron un 46 % y los arbustos un 54 %. Es decir, el animal sería capaz de variar su dieta de acuerdo a la composición florística del área.

Existen múltiples evidencias que indican que los animales domésticos utilizados en pastoreo y la mayoría de los ungulados silvestres son “forrajeros óptimos” o “maximizadores de energía”. Es decir, el hábito y “modelo” de pastoreo que usan tiende a maximizar el consumo de energía (y nutrientes) lo que tiene características derivadas de una estrategia evolutiva tendiente a mantener el grado de adaptación al medio (Stuth, 1991). Por lo tanto, los vacunos que pastorean en ecosistemas naturales seleccionan en primer lugar las especies forrajeras de mayor valor nutritivo (Espinoza y Vergel, 1998). Los resultados obtenidos en ambos períodos de estudio muestran que la composición botánica de la dieta de los vacunos a pastoreo varió entre especies de la familia Poaceae. Al comienzo del período de pastoreo (abril-junio), los animales seleccionaron *P. ligularis* y *P. naspostaense*, las especies de mayor valor forrajero dentro de la composición florística del pastizal. En cambio, hacia el final del período de pastoreo aumentó el aporte de *N. tenuissima* y *J. ichu*, especies de reducido valor forrajero (Peláez *et al.*, 2013), debido a que el mismo pastoreo redujo la disponibilidad de forraje proveniente de *P. ligularis* y *P. naspostaense*. Los vacunos, en algunas situaciones de baja carga animal, son capaces de balancear su dieta de manera tal que aún en presencia de especies de buen valor forrajero seleccionan gramíneas y/o latifoliadas de menor calidad y alto contenido de fibra (Cerqueira *et al.*, 2004). Algo similar se detectó en el tratamiento de CB en este estudio (Figs. 27 y 28; Tabla 12).

Al inicio del primer período de pastoreo la disponibilidad de biomasa fue alta, ya que previo al pastoreo, el pastizal tuvo once meses de descanso y esto permitió que los animales pudieran seleccionar las especies a consumir. Luego de los tres

primeros meses de uso, si bien el consumo de forrajeras disminuyó, siguió siendo este grupo el que predominó. Con posterioridad a los seis meses de pastoreo, los resultados obtenidos muestran que la composición botánica de la dieta pasó a estar dominada por especies no forrajeras lo que estaría indicando que los animales ya no pudieron seleccionar. Este comportamiento se pudo observar tanto en el tratamiento de carga animal baja como en carga alta, aunque en este último fue mucho más notable.

En ambos períodos de pastoreo y para los dos tratamientos, el consumo de forrajeras disminuyó y el de no forrajeras se incrementó, pero en el segundo período la presencia de especies no forrajeras fue mayor en la dieta. Esto último se podría deber a que las precipitaciones no fueron las más propicias para el desarrollo y crecimiento de las especies forrajeras del pastizal. Además el disturbio provocado por el pastoreo en el período anterior tuvo un efecto rejuvenecedor sobre el pastizal y en especial sobre las especies no forrajeras (Chapin *et al.*, 2000, McCann, 2000).

En términos generales, estos resultados permiten constatar que el comportamiento de los herbívoros bajo pastoreo en estos pastizales naturales de la región semiárida pampeana, es similar a lo reportado por la bibliografía para otros pastizales del mundo (Milchunas *et al.*, 1988; Westoby *et al.*, 1989; Laycock, 1991; Jasic y Fuentes, 1991; Belsky, 1992; Milchunas y Lauenroth, 1993; Anderson y Briske, 1995; Leps *et al.*, 1995, Ayoub, 1998; Milchuna *et al.*, 1998). Los herbívoros seleccionan primero las especies de mayor valor forrajero, y conforme aumenta el tiempo de pastoreo aparecen otras especies en su dieta que también integran el pastizal, pero que solo serían utilizadas cuando las forrajeras ya no están disponibles. Sin embargo, la presión de pastoreo puede modificar este comportamiento, ya que en cargas animales altas estas especies de menor calidad, pueden aparecer en la dieta más tempranamente cuando las forrajeras aún estén disponibles.

## ***DINÁMICA DEL PASTIZAL DURANTE LOS DOS PERÍODOS DE PASTOREO***

No se pueden establecer “recetas de manejo” generalizadas para los pastizales naturales, ya que los mismos están constituidos por comunidades con una cierta dinámica y su respuesta al “disturbio” provocado por la herbivoría dependerá de muchos factores, tales como tipo de suelo, relieve, precipitaciones, etc. Por lo tanto, es necesario realizar un análisis holístico del sistema y de cada situación en particular. Todos los parámetros evaluados en esta tesis son importantes para determinar la estrategia de manejo del sistema, y a su vez permiten conocer aspectos relacionados con la condición y la tendencia del pastizal. Asimismo, es clave conocer tempranamente la respuesta de la comunidad frente al manejo que se está llevando a cabo, como así también el comportamiento de los herbívoros durante el período de pastoreo.

Los resultados obtenidos en este trabajo permiten observar claramente una respuesta diferente a la herbivoría de un mismo área con dos tratamientos de carga animal, en dos períodos climáticos consecutivos distintos, el primero con precipitaciones que superaron a la media anual histórica y el segundo con alrededor de 50 % menos con respecto al año anterior.

Con el análisis microhistológico de heces se pudo examinar las variaciones en la dieta de los animales y su relación con los parámetros estructurales de vegetación. En las evaluaciones realizadas se observó claramente como disminuyó la presencia de las especies forrajeras y aumentó la de no forrajeras en la dieta de los vacunos a lo largo de los dos períodos y para los dos tratamientos de carga animal. Con estos resultados quedó en evidencia que con carga animal alta el efecto fue más marcado que con carga animal baja, y también fueron más marcadas las diferencias entre los períodos, ya que el consumo de no forrajeras fue mayor en el segundo año con respecto al primero, favorecido a su vez por una escasa recuperación del pastizal debido a la escasez de precipitaciones. El incremento de no forrajeras en la dieta por parte de los animales luego de los tres primeros meses de pastoreo se relaciona con

la disminución en la disponibilidad de las forrajeras, y posiblemente también por una mejora en la calidad nutricional de las no forrajeras como consecuencia del pastoreo recibido en el período anterior que habría favorecido el rebrote de las mismas (Figs. 29 y 30).

Con el análisis de la dieta también se pudo observar la capacidad de seleccionar que tienen los animales, quienes recorren todo el potrero y seleccionan las especies más apetecibles aún cuando se encuentren en áreas de difícil acceso. Esto se evidencia por la mayor proporción de especies forrajeras presente en la dieta comparada con la disponibilidad relativa de las mismas en el pastizal. Asimismo, las variaciones en los parámetros de vegetación evaluados a lo largo de los dos períodos de pastoreo fueron más marcadas que las variaciones observadas en la dieta (Figs. 29 y 30). Con esto, se podría pensar que los herbívoros serían capaces de variar la composición de su dieta y afrontar los cambios que se producen en la comunidad vegetal como consecuencia del pastoreo. Esto podría ocurrir hasta un cierto umbral de cobertura y composición del pastizal a partir del cual el deterioro del sistema planta-herbívoro sería irreversible.

Por otra parte, con este tipo de manejo en el que la carga animal se ajusta al contenido de material forrajero en el pastizal y los animales permanecen hasta agotar ese recurso, es importante establecer momentos “clave” (óptimos o de alerta) a partir de los cuales la degradación del sistema es inminente. Serían puntos a tener en cuenta en cualquier tipo de manejo que se realice, pero sobre todo en el manejo que se lleva a cabo en la zona. La cobertura aérea es el parámetro menos indicativo de cuándo sería conveniente retirar los animales del potrero, ya que es complejo establecer un rango certero y apropiado de cobertura. Sin embargo, este parámetro obtiene importancia cuando se analiza la dinámica y tendencia del pastizal, ya que disminuciones en la cobertura de especies forrajeras a lo largo del tiempo es un indicador de degradación del sistema. Por otra parte, la cobertura de las especies no forrajeras si podría ser un buen parámetro indicativo del momento para retirar los

animales del potrero, ya que cuando las mismas comienzan a ser pastoreas se estaría en presencia de una situación donde los animales ya no encuentran material forrajero disponible. También, es importante tener en cuenta que la proporción de suelo desnudo y de broza no incrementen durante el período de pastoreo, ya que altos porcentajes del primero sería un indicador temprano de la degradación del pastizal.

La diversidad y la riqueza específica no permiten tomar decisiones respecto del momento óptimo del retiro de los animales. Las mismas responden más a las precipitaciones que se presentan en el período de pastoreo y de descanso, que a la carga animal utilizada. Al igual que la cobertura de forrajeras, estos parámetros son indicadores de tendencia.

En términos generales, en el bosque de caldén, luego de evaluar los cambios estructurales ocurridos en el sistema por efecto del pastoreo, y relacionando los parámetros estudiados en los dos períodos (2012 y 2013) (Figs. 29 y 30), se puede observar que la sobrecarga del sistema, tanto al trabajar con altas cargas ganaderas como al trabajar por períodos de tiempo prolongados, deteriora el pastizal y no permite la recuperación del mismo en el corto plazo. Esto a su vez provocaría que la receptibilidad ganadera de los potreros sea cada vez menor, y obligaría a los animales a consumir material vegetal de menor calidad, con las sabidas consecuencias en la performance del rodeo, tanto en cuestiones de índices de procreo como ganancia de peso.

Los resultados encontrados en este trabajo durante los dos períodos de pastoreo, permiten observar claramente que los herbívoros seleccionan principalmente las forrajeras durante el primer tiempo de pastoreo (primeros tres meses), aún en el tratamiento considerado como carga animal alta, ya que los animales seguían consumiendo especies forrajeras aún cuando la disponibilidad y altura de las mismas ya habían sido notablemente afectadas (Figs. 29 y 30). Mientras que las especies no forrajeras apenas si fueron despuntadas e incorporadas a la dieta

cuando no habían sido rejuvenecidas previamente. En otras palabras, es muy probable que existiera sobrepastoreo por estar consumiendo los rebrotes de las especies forrajeras.

Esto demuestra que si no se maneja adecuadamente la carga animal durante el primer tiempo de pastoreo, la selección de las forrajeras por parte de los herbívoros es inevitable y también la degradación del pastizal, ya que aún cuando el tiempo de pastoreo es corto, y con estas cargas, siempre serán las forrajeras las especies “perjudicadas” y las no forrajeras y leñosas las “beneficiadas” dentro del sistema en esta interacción planta-herbívoro.

En este trabajo queda demostrado que, lo que degrada el pastizal no sólo tendría que ver con la mayor carga animal, sino que también con el tiempo de permanencia de los herbívoros y la posibilidad que estos tengan para seleccionar los rebrotes de las especies forrajeras.

### **Implicancias en el Manejo**

Desde la introducción del ganado doméstico, la utilización de los pastizales naturales de la región semiárida de La Pampa, se basó principalmente en la utilización de las gramíneas perennes nativas de mayor valor forrajero, manejo que derivó de otros sistemas (Anderson *et al.*, 1978; Oriente *et al.*, 1980; Nazar Anchorena, 1988). Los pastizales de la región semiárida central de Argentina, a diferencia de ciertos pastizales de EEUU que tienen una larga historia evolutiva bajo la presión de pastoreo de grandes ungulados (Milchunas *et al.*, 1988), poseen una historia evolutiva corta y en presencia de herbívoros “medianos” (Bucher, 1987). En consecuencia, las especies que dominan estos pastizales carecerían de mecanismos eficientes de evitación y/o tolerancia frente al pastoreo de grandes herbívoros (*eg.* vacunos).

Desde la introducción de la ganadería en estos pastizales (Nazar Anchorena, 1988; Cano, 1988), el consumo se realizaba hasta que las especies forrajeras habían sido pastoreadas hasta una cierta altura sobre el nivel del suelo. Luego, cuando las

forrajeras se recuperaban se repetía el pastoreo (Distel, 2013). Esta acción habría alterado la habilidad competitiva de las especies forrajeras (Milchunas *et al.*, 1988), razón por la cual habrían disminuido y en algunos casos desaparecido de los pastizales y, sus lugares fueron ocupados por especies no forrajeras, generalmente las llamadas pajas, y leñosas (Peláez *et al.*, 1992; Estelrich *et al.*, 2005).

Cuando el pastoreo no afecta a todos los componentes del pastizal por igual y el tiempo de permanencia de los herbívoros es prolongado, mayor será la degradación del pastizal. Por el contrario, cuando las especies no forrajeras son consumidas conjuntamente con las forrajeras, tal lo ocurrido en el segundo período de pastoreo del presente trabajo, se reduciría el riesgo de degradación del sistema, ya que es poco probable el efecto de sobrepastoreo sobre el rebrote de las forrajeras.

Por otra parte, las especies no forrajeras han desarrollado estrategias para evitar el pastoreo (altos contenidos de lignina, celulosa, hemicelulosa, sílice, entre otras) por lo que carecen de capacidad para tolerar el mismo. Por esta razón, mediante quemas controladas y pastoreos con altas cargas instantáneas se podrían aprovechar los atributos de las forrajeras para tolerar el pastoreo y los de las no forrajeras que no lo tolerarían, para favorecer el aumento de las primeras y la disminución de las segundas en el pastizal.

## Primer Período de Pastoreo

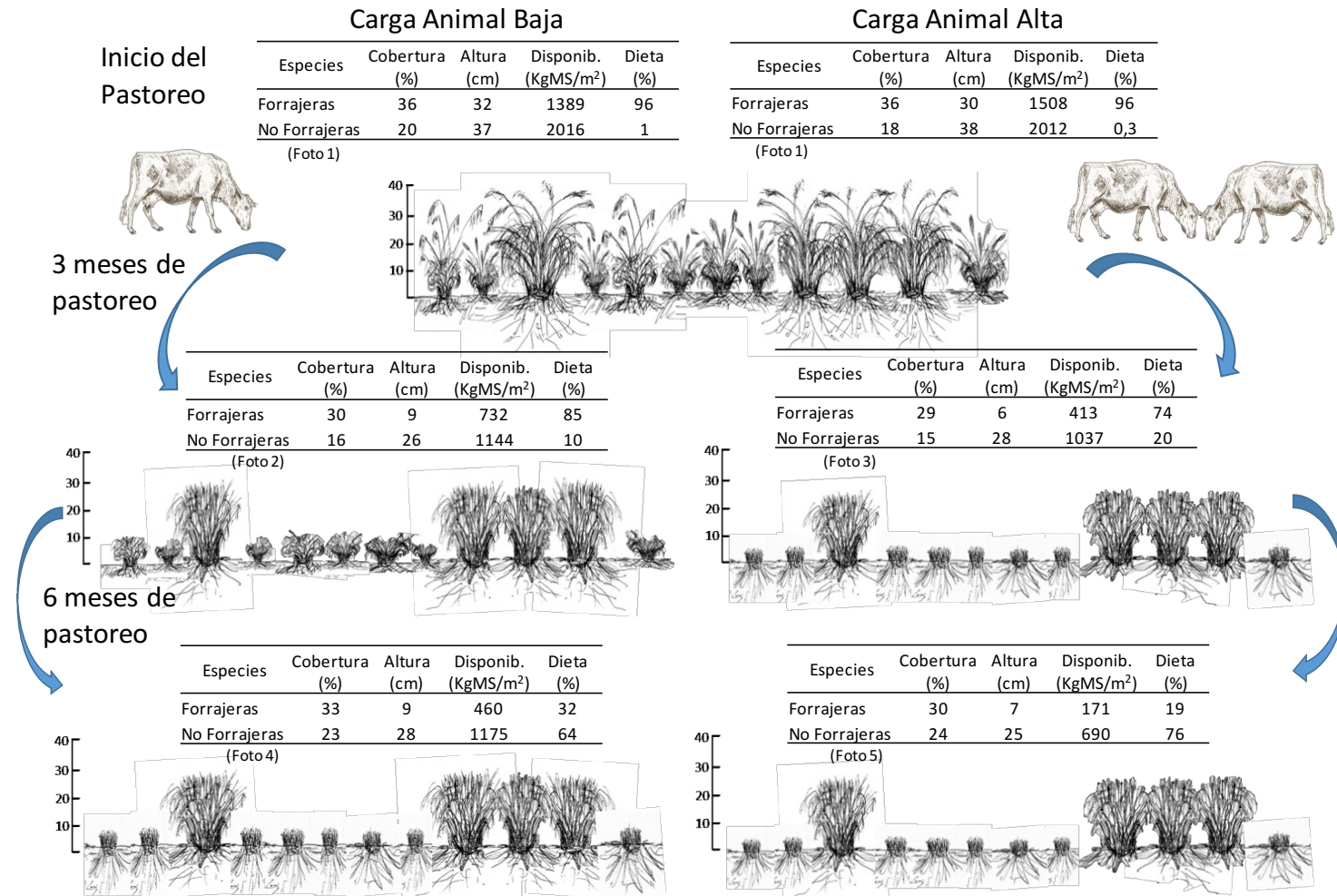


Figura 29 a. Diagrama de la dinámica del pastizal. Cobertura aérea (%), altura (cm), disponibilidad (KgMS/m<sup>2</sup>) y composición botánica de la dieta (%), en las tres fechas de muestreo: al inicio, a los tres y a los seis meses del primer período de pastoreo (2012), en los tratamientos de carga animal baja y alta. Las fotos de cada situación de pastoreo se muestran en la Figura 30 a.



## Segundo Período de Pastoreo

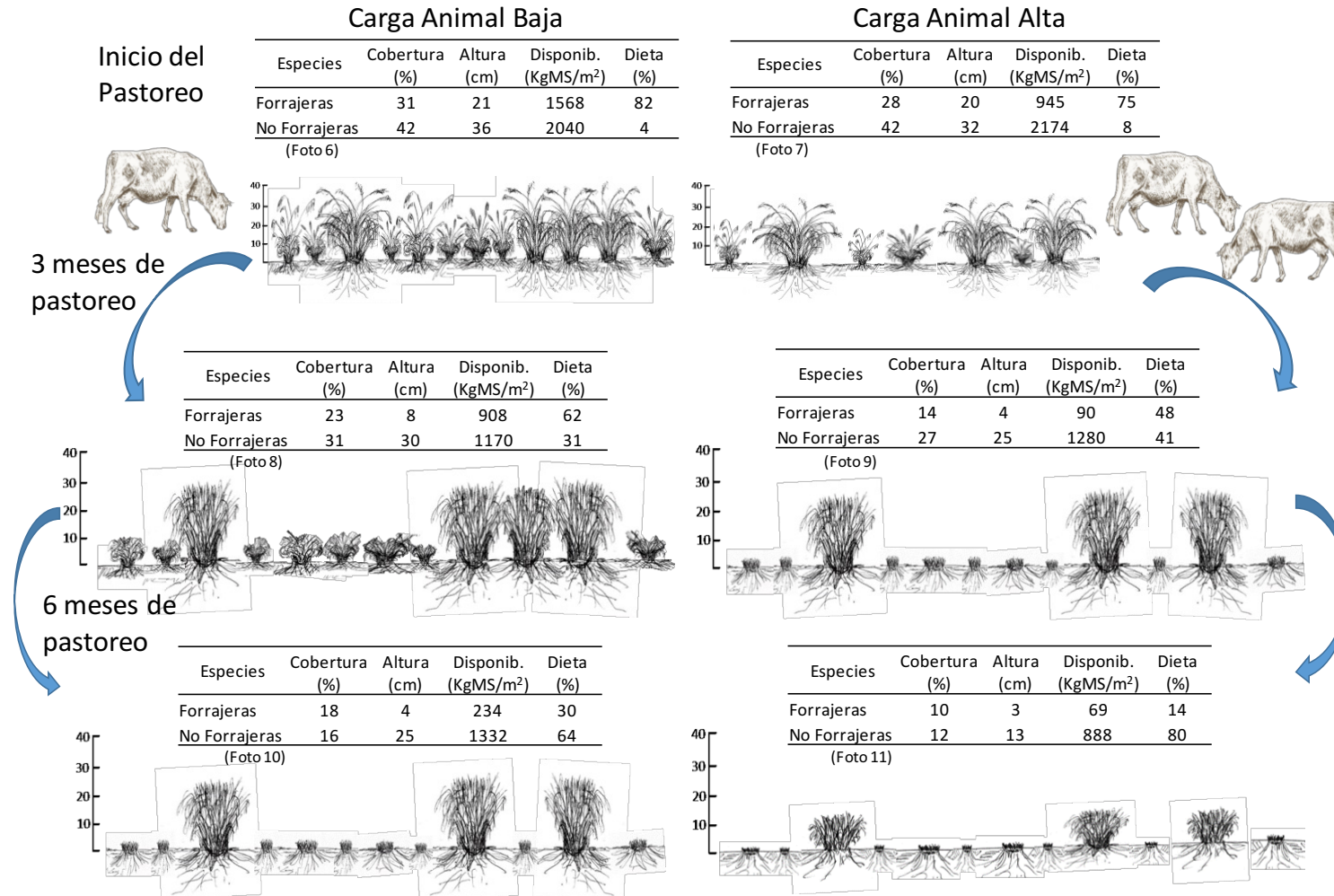


Figura 29 b. Diagrama de la dinámica del pastizal. Cobertura aérea (%), altura (cm), disponibilidad (KgMS/m<sup>2</sup>) y composición botánica de la dieta (%), en las tres fechas de muestreo: al inicio, a los tres y a los seis meses del segundo período de pastoreo (2013), en los tratamientos de carga animal baja y alta. Las fotos de cada situación de pastoreo se muestran en la Figura 30 b.

## Primer Período de Pastoreo

### Inicio del Pastoreo



Foto 1

### Tres meses de Pastoreo

#### Carga Animal Baja



Foto 2

#### Carga Animal Alta



Foto 3

### Seis meses de Pastoreo



Foto 4



Foto 5

Figura 30 a. Fotografías de las parcelas experimentales durante el primer período de pastoreo (2012). Foto 1: inicio del pastoreo. Foto 2 y 3: a los tres meses de pastoreo en carga animal baja y alta. Foto 4 y 5: a los seis meses de pastoreo en carga animal baja y alta.

## Segundo Período de pastoreo

### Inicio del Pastoreo

Carga Animal Baja



Carga Animal Alta



### Tres meses de Pastoreo

Carga Animal Baja



Carga Animal Alta



### Seis meses de Pastoreo



Figura 31 b. Fotografías de las parcelas experimentales durante el segundo período de pastoreo (2013). Foto 6 y 7: inicio del pastoreo en carga animal baja y alta. Foto 8 y 9: a los tres meses de pastoreo en carga animal baja y alta. Foto 10 y 11: a los seis meses de pastoreo en carga animal baja y alta.

## **CONCLUSIONES**

La cobertura aérea, la disponibilidad y la altura de las especies forrajeras y no forrajeras, independientemente de la carga animal empleada, fueron reducidas en ambos períodos de estudio. El efecto más pronunciado se registró en el tratamiento de alta carga animal y resultó influenciado, al menos en parte, por las precipitaciones ocurridas en cada período de estudio. Esto permite aceptar la primera hipótesis (H1) propuesta en esta tesis.

La composición de la dieta de los vacunos a pastoreo, en ambos tratamientos de carga animal, estuvo integrada por altas proporciones de gramíneas forrajeras aún cuando su proporción en el pastizal era reducida. El aporte de las especies no forrajeras en la composición de la dieta aumentó cuando la proporción de las especies forrajeras en el pastizal disminuyó. Estos resultados sugieren que no existiría una relación directa entre la estructura del pastizal natural y la composición de la dieta de los animales a pastoreo como se propone en la segunda hipótesis (H2).

La proporción de las especies no forrajeras en la composición de la dieta aumentó, cuando los animales tuvieron acceso a los rebrotes de las mismas, ya sea por la baja disponibilidad de las especies forrajeras y/o por el aumento en la calidad de los rebrotes de las no forrajeras. Por lo tanto, se podría aceptar la hipótesis que propone que la composición de la dieta de los animales en distintos momentos de pastoreo y su relación con la estructura del pastizal es un indicador temprano del estado (condición) del pastizal natural (H3).

Entonces toda estrategia de manejo que permita el sobrepastoreo de las forrajeras (consumo de los rebrotes en una misma época de crecimiento) no es adecuada para la preservación de las mismas en la comunidad.

Sin embargo, aún serían necesarios nuevos estudios sobre la comunidad vegetal, el comportamiento de los herbívoros y la composición de su dieta en distintas situaciones de pastoreo; con el objeto de comprender a largo plazo el efecto

de los herbívoros en situaciones donde la presencia de especies no forrajeras es importante en el sistema. En tal sentido, es de esperar que toda acción que favorezca el rebrote de todos los componentes del pastizal, como ser el uso de fuegos controlados y pastoreos con altas cargas, permitirían una utilización más equitativa del mismo y la preservación de las especies forrajeras junto con la calidad nutricional requerida por estos sistemas de producción.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Adema, E., Buschiazzo, D., Babinec, F., Rucci, T., y Gomez Hermida, V. 2003. Balance de agua y productividad de un pastizal rolado en Chacharramendi, La Pampa. Publicación Técnica N° 50. EEA Anguil, INTA. p. 20.
- Akaike, H. 1973. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Proc. 2nd Inter. Symposium on Information Theory, 267-281, Budapest.
- Alcalá Brazón, C.A. 1990. Manejo integral de pastizales. Ed. Universidad de Oriente Caracas. 339 p.
- Altesor, A., Piñeiro, G., Lezama, F., Jackson, R.B., Sarasola, M. 2006. Ecosystem changes associated with grazing in subhumid South American grasslands. *J. Veg. Sci.*, 17: 323-332.
- Anderson, D.L., Oriente, E.L. y Vera, J.C. 1978. Una reliquia del pastizal de San Luis. *Rev. Ecología* N° 3: 139-151. Argentina.
- Anderson, D.L. 1983. Compatibilidad entre pastoreo y mejoramiento de los pastizales naturales. *Revista Argentina de Producción Animal* 10: 3-22.
- Anderson, V.J. y Briske D.D. 1995. Herbivore-induced species replacement in grasslands: is it driven by herbivory tolerance or avoidance?. *Ecological Applications*, 5: 1014-1024.
- Anslow, R.C. 1966. The rate of appearance of leaves on tillers of the gramineae. *Herbage Abstract* 36: 149-155.
- Ares, J.O. 2006. Systems valuing of natural capital and investment in extensive pastoral systems: Lessons from the Patagonian case. *Ecol. Econ.* 62: 162-173.
- Ayoub, A.T. 1998. Extent, severerity and causative factors of land degradation in Sudan. *J. Arid Environ.* 38: 397-409.

- Bailey, D.W. 1995. Daily selection of feeding areas by cattle in homogeneous and heterogeneous environments. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 45: 183-200.
- Bailey, D.W., Gross, J.E., Laca, E.A., Rittenhouse, L.R., Coughenour, M.B., Swift, D.M., y Sims, P.L. 1996. Mechanisms that result in large herbivore grazing patterns. *Journal of Range Management*, 49: 386–400.
- Barrera, M.D. y Frangi, J.L. 1996. Estructura poblacional de los arbustos *Eupatorium buniifolium* y *Discaria americana* con relación al suelo y el pastoreo en la Sierra de la Ventana, Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*. 101(2): 113- 125.
- Bavera, G. A. 2006. Equivalencias ganaderas. Curso de Producción Bovina de Carne, Facultad de Agronomía y Veterinaria - Universidad Nacional de Río Cuarto. En [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Becker, G.F., Busso, C.A., Montani, T. 1997a. Effects of defoliating *Stipa tenuis* and *Piptochaetium napostaense* at different phenological stages. I. Axillary bud viability and growth. *Journal of Arid Environments* 35:233-250.
- Becker, G.F., Busso, C.A., Montani, T., Brevedan, R.E., Orchansky, A., Burgos, M.A., Flemmer, A.C. 1997b. Effects of defoliating *Stipa tenuis* and *Piptochaetium napostaense* at different phenological stages. II. Tiller demography and growth. *Journal of Arid Environments* 35: 251-268.
- Behnke Jr, R.H., Scoones, I. y Kerven, C. (eds.). 2000. Range ecology at disequilibrium. Overseas Development Institute and others institutions. London, UK.
- Bell, H.M. 1973. Rangeland Management for Livestock Production. University of Oklahoma Press: Norman: 303 págs.
- Belsky, A.J. 1992. Effects of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. *Journal of Vegetation Science*, 3: 187-200.

- Berrueta, M.A. 1997. Cambios estructurales producidos por pastoreo y no pastoreo de grandes herbívoros en una comunidad de pastizal bajo en la región semiárida pampeana. Beca de iniciación en la investigación. Secretaría de Ciencia y Técnica de la Facultad de Agronomía - UNLPam.
- Bisigato, A.J., y Bertiller, M.B. 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, 163 p.
- Bisigato, A.J., Bertiller, M.B., Ares, J.O., y Pazos, G.E. 2005. Effect of grazing on plant patterns in arid ecosystems of Patagonian Monte. *Ecography* 28: 561-572.
- Bontti, E.E., Bóo, R.M., Lindström, L.I. y Elía, O.R. 1999. Botanical composition of cattle and vizcacha diets in central Argentina. *Journal of Range Management*, 52: 370-377.
- Bóo, R.M., Lindström, L.I., Elía, O.R. y Mayor, M.D. 1993. Botanical composition and seasonal trends of cattle diets in central Argentina. *Journal of Range Management*, 48: 479-482.
- Borrelli, L. 2014. Histología vegetal: Técnicas simples y complejas. 1ª ed. Buenos Aires: Sociedad Argentina de Botánica. pp. 153-161.
- Bourman, B.A.M., Nieuwenhuys, A. y Ibrahim, M. 1999. Pasture degradation and restoration by legumes in humid tropical Costa Rica. *Trop. Grassl.* 33:98.
- Braun-Blanquet, J. 1979 Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid.



- Briske, D.D. 1991. Developmental morphology and physiological of grasses. In: Grazing Management: An Ecological Perspective. Timber Press, Portland, Ore. pp. 85-108.
- Briske, D.D. y Richards, J.H. 1995. Plant response to defoliation: A physiologic, morphologic and demographic evaluation. In Bedunah DJ, Sosebee RE (eds.). Wildland Plants: Physiological Ecology and Developmental Morphology. Society for Range Management. Denver, Colorado, USA. pp. 635-710.
- Briske, D.D., Derner, J.D., Milchunas D.G. y Tate, K.W. 2011. An evidence-based assesment of precribed grazing practices. p. 22-74. In: D.D. Briske (Ed). Conservation Benefits of Rangelands Practices: Assessment Recommendations and Knowledge Gaps. Allen Press. Lawrence KS
- Brizuela, M.A., Cid, M.S., Cibils, A.F. 2015. Interacción planta-animal en el contexto de sistemas productivos desarrollados en distintos ambientes ecológicos. Primer congreso internacional de producción animal especializada en bovinos. Maskana Revista Científica, Vol. 6 Nº Especial, pág. 49-73.
- Bruno, G., Del Viso, E., Gaglioli, R. y Estelrich, H.D. 1985. Disponibilidad y producción forrajera de un pastizal de *Poa ligularis* en la región de las colinas de La Pampa. Actas 1ras. Jornadas Biología y 2das. Jornadas Geología. La Pampa. Serie Suplemento. UNLPam, 1: 1-5.
- Bryant, J.P. 1987. Feltleaf willow-snowshoe hare interactions: plant carbon/nutrient balance and floodplain succession. Ecology 68: 1319-1327.
- Bucher, E.H. 1987. Herbivory in Arid and Semiarid Regions of Argentina. Revista Chilena de Historia Natural. Vol. 60 : 265-273.
- Busso, C.A., Richards, J.H., Chatterton, N.J. 1990. Nonstructural carbohydrates and spring regrowth of two cool-season grasses: Interaction of drought and clipping. Journal of Range Management 43: 336-343.

- 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.
- Busso, C.A., Bonvissuto, G.L., Torres, Y.A. 2010. Germination and seedling establishment of grasses and shrubs in arid Patagonia, Argentina. *Land Degradation and Development* 23: 116-129.
- Busso, C.A. y Richards, J.H. 1995. Drought and clipping effects on tiller demography and growth of two bunch grasses in Utah. *Journal of Arid Environment* 29: 239-251.
- Butti, L.R. 2015. Composición botánica de la dieta de novillitos en un pastizal rolado en la región semiárida central de Argentina. Tesis de Magister en Ciencias Agrarias. UNS. pp. 85.
- Cabrera, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Tomo II, Fasc. 2. Acme. Bs. As. Argentina, pp. 90.
- Caldwell, M.M. 1984. Plant requirements for prudent grazing. In: Committee on Developing Strategies for Rangeland Management, National Research Council of the National Academy of Sciences (Ed.), *Developing Strategies for Rangeland Management*. Westview Press, Boulder, pp. 117-152.
- Canfield, R.H. 1941. Application of the line interception method in sampling range vegetation. *Jour. Forestry* 39: 388-394.
- Cangiano, C.A. y Brizuela, M.A. 2011. Efectos del animal sobre la pastura. Capítulo 8. En: C.A. Cangiano y M.A. Brizuela (eds.). *Producción Animal en Pastoreo*. 2da. edición. Publicaciones INTA.

- Cano, E., Fernández, B., y Montes, M. 1980. La Vegetación de la Provincia de La Pampa y Carta de Vegetación 1:500000. In: Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa. INTA- Provincia de La Pampa- Facultad de Agronomía. 493 pp.
- Cano, E. 1988. Pastizales Naturales de La Pampa. Tomo I. CREA. 114 pp.
- Cano, E., Fernandez, B., Ventura, L., y Estelrich, D. 1988. Características de cuatro gramíneas invernales de La Pampa y su relación altura-peso. Ser. Suplemento N° 4, 85-99.
- Cano, E., Morici, E., Fernández, B. y Chirino, C. 1990. Características de tres pastizales bajos con distintos períodos de descanso. Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam, 5: 83-108.
- Cavagnaro, J.B., Dalmaso, A.D., y Candia, R.J. 1983. Distribución vertical de la materia seca en gramíneas del Este de Mendoza. Deserta. 7: 271-289.
- Cazenave, H.W. 1993. Campo pampeano. Una contribución al conocimiento de su historia desde los orígenes hasta 1914. Fondo Editorial Pampeano. 97 pp.
- Celso, M.S. y Giraudo, G. 2007. Empleo de la microhistología en el manejo nutricional de los ovinos y caprinos. Jornadas sobre el método microhistológico y su aplicación al análisis de la dieta de los herbívoros. INTA EEA San Carlos de Bariloche. CD.
- Cerqueira, E.D., Sáenz, A.M., Rabortnikof, C.M., Fernández, B., y Chirino C.C. 2000. Dietas de vacunos en pastoreo sobre dos condiciones del bosque de caldén. Actas de la XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (Versión CD alpa\Trabajos\Nutrición\NR 35. htm) Montevideo, Uruguay.
- Cerqueira, E.D., Sáenz, A.M., y Rabortnikof, C.M. 2004. Seasonal nutritive value of native grasses of Argentine Caldén Forest Range. Journal of Arid Environments, 59: 645-656.

- Chacón, E., y Stobbs, T.H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27(5): 709-727.
- Chacón, E. 1986. Manejo y utilización de leguminosas con bovinos a pastoreo. En: *II curso sobre Bovinos de Carne*. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. 1-34.
- Chaneton, E.J., Facelli, M. y León, R.J.C. 1988. Floristic changes induced by flooding on grazed and ungrazed lowland grassland in Argentina. *Journal of Range Management*, 41: 495-499.
- Chaneton, E.J. y Facelli, J.M. 1991. Disturbance effects on plant community diversity: spatial scales and dominance hierarchies. *Vegetatio*, 93: 143-155.
- Chaneton, E.J., Perelman, S.B., Omacini, M., y León, R.J.C. 2002. Grazing, environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate Pampa grasslands. *Biological Invasions*, 4: 7-24.
- Chapin, F.S, Zavaleta, E.S., Eviner, V.T., Naylor R.L., Vitousek, P.M., Reynolds, H.L., Hooper, D.U., Lavorel, S., Sala, O.E., Hobbie, S.E., Mack, M.C. y Díaz, S. 2000. Consequences of changing biodiversity. *Nature* 405: 234-242.
- Chirino C., Norlander Grahn, K.M. y Robles, L.E. 1987. Determinación de proteína bruta en algunas especies forrajeras de La Pampa-Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía UNLPam*, 3(2): 57-74.
- Cingolani, A.M., Cabido, M.R., Renison, D., y Solís Neffa, V. 2003. Combined effects of environment and grazing on vegetation structure in Argentine granite grasslands. *Journal of Vegetation Science*, 14 (2), 223-232.

- Cingolani, A.M., Posse, G. y Collantes, M.B. 2005. Plant functional traits, herbivore selectivity and response to sheep grazing in Patagonian steppe grasslands. *J. Appl. Ecol.* 42: 50-59.
- Cingolani, A.M., Noy-Meir, I. Y Díaz, S. 2005. Grazing effects on rangeland diversity: a synthesis of contemporary models. *Ecol. Appl.* **15**:757-773.
- Cingolani, A.M., Noy-Meir, I., Renison, D.D. y Cabido, M. 2008. La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad y de los suelos?. *Ecología Austral* 18: 253-271.
- Coley, P.D., Bryant, J.P. y Chapin III, F.S. 1985. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230: 895-899.
- Costa, F.P. y Rechman, T. 1999. Exploring the link between farmers' objectives and the phenomenon of pasture degradation in the beef production system of Central Brazil. *Agric. Syst.* 61: 135.
- Cottam, D.A. 1986. The effects of slug-grazing on *Trifolium repens* and *Dactylis glomerata* in monoculture and mixed sward. *Oikos* 47: 275-279.
- Covas, G. 1964. Las Primuláceas pampeanas. *Apuntes Fl. La Pampa*: 41-44.
- Curtin, C.G., Sayre N.F. y Lane, B.D. 2002. Transformations of the Chihuahuan Borderlands: grazing, fragmentation, and biodiversity conservation in desert grasslands. *Environmental Science & Policy* 5: 55-68.
- Daubenmire, Rexford. 1959. A Canopy-coverage method of vegetational analysis. *Northwest Science* 33: 43-64.
- Demarco, D. 2010. La Producción de Carne Vacuna y el Stock Bovino. Una relación de creciente deterioro. Disponible en: [http://www.produccionanimal.com.ar/informacion\\_tecnica/origenes\\_evolucion\\_y\\_estadisticas\\_de\\_la\\_ganaderia/100-LaProducciondeCarneyelStock%20bovino.pdf](http://www.produccionanimal.com.ar/informacion_tecnica/origenes_evolucion_y_estadisticas_de_la_ganaderia/100-LaProducciondeCarneyelStock%20bovino.pdf)

- Deregibus, V.A. 1988. Importancia de los pastizales naturales en la República Argentina. Situación presente y futura. *Revista Argentina de Producción Animal* 8 (1): 67-78.
- de Villalobos, A.E., Peláez, D.V., Elia, O.R. 2005. Growth of *Prosopis caldenia* Burk. seedlings in central semi-arid rangelands of Argentina. *J. Arid Environ.* 61, 345-356.
- Dias-Filho, M.B. 2003. Degradação de pastagens. Processos, causas e estratégias de recuperação. Embrapa Amazônia Oriental. Ed. Guilherme Leopoldo da Costa Fernandes. p. 152.
- Díaz, S., Lavorel, S., de Bello, F., Quetier, F., Grigulis, K., y Robson, M. 2007. Incorporating plant functional diversity effects in ecosystem service assessments. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 104: 20684-20689.
- Díaz, S., Lavorel, S., McIntyre, S., Falczuk, V., Casanoves, F. 2007. Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global Change Biology*, 13: 313–341.
- Distel, R.A. y Bóo, R. 1995. Vegetation states and transitions in temperate semiarid rangelands of Argentina. *Proceedings of the Vth International Rangeland Congress; Salt Lake City; Utah*, pp 117-118.
- Distel R.A., Peláez, D.V., Bóo, R.M., Mayor, M.D. y Elía, O.R. 1996. Growth of *Prosopis caldenia* seedlings in the field as related to grazing history of the site and in a greenhouse as related to different levels of competition from *Stipa tenuis*. *Journal Arid Environments*, 32: 251-257.
- Distel, R.A., Didone, N.G. y Moretto, A.S. 2000. Variaciones estacionales del contenido de proteína, fibra y lignina en *Stipa clarazii*, *Stipa brachichaeta*, y *Stipa gyneriodes*. *Revista Argentina de Producción Animal*, 20 (1): 142-143.
- Distel, R.A. 2013. Manejo del pastoreo en pastizales de zonas áridas y semiáridas. *Revista Argentina de Producción Animal* 33: 53-64.

- Distel, R.A. 2016. Grazing ecology and the conservation of the Caldenal rangelands, Argentina. *Journal of Arid Environments*: 134: 49-55.
- Espinoza, F. y Vergel, J. 1998. Efecto de la época sobre la selectividad de gramíneas y leguminosas por bovinos en pastoreo. *Pasturas Tropicales*, 20(2): 24-28.
- Estelrich, H.D. y Cano, E. 1985. Disponibilidad forrajera y determinación de capacidad de carga de un bosque de *Prosopis caldenia*. En: 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., Chirino, C.C., Fernández, B.C., y Morici, E.F. 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.
- Estelrich, D., Chirino, C., Morici, E., y Fernández, B. 2005. Modelo conceptual de funcionamiento de áreas naturales cubiertas por bosque y pastizal en la región semiárida central de Argentina. En: Oesterheld, M., Aguiar, M., Ghera, C.M., y Paruelo, J. (eds). La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Ed. Fac. Agronomía UBA.
- Estelrich, H.D., Martín, F. y Ernst, R.D. 2016. Posición de las coronas como mecanismo para tolerar el pastoreo en especies forrajeras del pastizal bajo en la región semiárida central de Argentina. *Archivos de Zootecnia*. 65 (251): 381-388.
- Facelli, J.M., Montero, C.M. y Leon, R.J.C. 1988. Effect of different disturbance regimen on semi-natural grasslands from the sub-humid Pampa. *Flora* 180: 241-249.
- Fernández, B., y Morici, E.F.A. 1999. Proporción y utilización de especies arbustivas en un área del SW de La Pampa. Actas de la XIX Reunión Argentina de Ecología. pp 65.

- Filippi, A., Morici, E.F.A., Rabortnikof, C.M., Lentz, B.C., Sawczuk, N., Petruzzi, H.J., Gallace, M.E., Murcia, M.G., Stritzler, N.P. 2016. Cambios en la cobertura según la distancia a la aguada en un pastizal de planicie bajo pastoreo bovino. En VII Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales naturales, X Encuentro de Ganaderos del Pastizal del Cono Sur. Revista de Divulgación Técnica Agropecuaria, Agroindustrial y Ambiental, Fac. Cs. Agrarias–UNLZ. Vol.3 (4).
- Flemmer, A.C., Busso, C.A., Fernández, O.A., Montani, T. 2003. Effects of defoliation at varying soil water regimes on aboveground biomass of perennial grasses. *Arid Land Research and Management* 17: 139-152.
- Frangi, J.L., Sánchez, N.E., Ronco, M.G., Rovetta, G.S., y Vicari, R.L. 1980. Dinámica de la biomasa y productividad primaria aérea neta de un pastizal de "flechillas" de sierra de La Ventana (Bs. As., Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. Vol. XIX, Nº 1-2: 203-228.
- Frangi, J.L. y Bottino, O.J. 1995. Comunidades vegetales de la Sierra de la Ventana, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía, UNLP, La Plata, Argentina*. 71: 93-133.
- Friedel, M.H. 1997. Discontinuous change in arid woodland and grassland vegetation along gradients of cattle grazing in central Australia. *J. Arid. Environ.* 37: 145-164.
- Friedel, M.H., Sparrow, A.D., Kinloch, J.E. y Tongway, D.J. 2003. Degradation, recovery processes in arid grazing lands of central Australia 2: Vegetation. *J. Arid. Environ.* 55: 327-348.
- Gallace, E., Sawczuk, N., Morici, E., Rabortnikoff, C., Petruzzi, H., Murcia, M., Lentz, C., Zapata, R., Filippi, A., Stritzler, N. 2015. Cobertura de la vegetación y composición botánica de la dieta de bovinos en la Región Semiárida Pampeana. En 38º Congreso Argentino de Producción Animal – AAPA. Santa Rosa, La Pampa. Publicado en Actas.



- Gardner, S.M., Cabido, M., Valladares, G.R. y Díaz, S. 1995. The influence of habitat structure on arthropod diversity in Argentine semi-arid Chaco forest. *Journal of Vegetation Science* 6: 349-356.
- Golluscio, R.A., Deregibus, V.A. y Paruelo, J.M. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8: 265-284.
- Gómez García, D. y Azorín, J. 2008. Estrategias de las plantas frente al consumo por los herbívoros. *Pastos del Pirineo*: 189-203.
- Grime, J.P. 1973. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. *Nature* 242: 344-347.
- Guardo, D., Morici, E., y Perez, C. 1985. Disponibilidad de un pastizal de *Digitaria californica* en un periodo de crecimiento. I. Jornadas de Biología y II. de Geología de La Pampa. UNLPam. Serie Suplemento 1: 12-18.
- Guevara, J.C., Estevez, O.R., Stasi, C.R. y Gonnet, J.M. 2002 Perennial grass response to cattle grazing in the plain, mid-west Argentina. *Journal of Arid Environments*, 52: 339-348.
- Hansen, R., Foppe, T., Gilbert, M., Clark, R., y Reynolds, H. 1977. The microhistological analysis of feces as an estimator of herbivore dietary. Composition analysis laboratory. Range Sc. Depart. Colorado Sta. Univ., Colorado, USA. 18 p.
- Hanke, W., Böhner, J., Dreber, N., Jürgens, N., Schmiedel, U., Wesuls, D. y Dengler, J. 2014. The impact of livestock grazing on plant diversity: an analysis across dryland ecosystems and scales in southern Africa. *Ecological Applications*, 24(5), pp. 1188–1203.
- Heady, H.F., Child, D.R. 1994. *Rangeland Ecology and Management*. Westview Press. Boulder, Colorado, USA, 519 pp.

- Hobbs, R.J. y Huenneke, L.F. 1992. Disturbance, diversity, and invasion: implications for conservation. *Conservation Biology*, 6: 324-337.
- Hodgson, J. 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. Nutritional limits to Animal Production from Pastures. Proceedings of an International Symposium held at St. Lucia, Brisbane, Queensland, Australia. J.B. Hacker (Ed.). pp. 153 – 156.
- Hodgson, J., y Illius, A.W. 1996. The ecology and management of grazing systems. CAB International.
- Holechek, J. y Vavra, M. 1981. The Effect of Slide and Frequency Observation Numbers on the Precision of Microhistological Analysis. *Journal of Range Management* 34(4): 337-338.
- Holechek, J., Vavra, M., y Pieper, R. 1982. Botanical composition determination of range herbivore diets: A Review. *Journal of Range Management*, 35: 309-315.
- Holzer, W. y Kriechbaum, M. 2001. Pastures in south and central Tibet (China) II. Probable causes of pasture degradation. *Bodenkultur* 52:37.
- Iglesias, D. 1993. Producción de carne en la región del caldenal. Jornadas de actualización sobre producción de carne en el caldenal. Santa Rosa, La Pampa.
- Instituto de Botánica Darwinion (<http://www.darwin.edu.ar/>).
- INTA, Gobierno de La Pampa y Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa. 1980. Inventario Integrado de los Recursos Naturales de La Pampa, Bs. As. 493 pp.
- INTA y FAO. 1986. Principios de Manejo de Praderas Naturales. 356 pp.

- James, C.D., Landsberg, J. y Morton, S.R. 1999. Provision of watering points in the Australian arid zone: a review of effects on biota. *J. Arid. Environ.* **41**:87-121.
- Jamieson, W.W. y Hodgson, J. 1979a. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Sci.* **34**: 261-271.
- Jamieson, W.W. y Hodgson, J. 1979b. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. *Grass and Forage Sci.* **34**: 273-282.
- Jasic, F.M. y Fuentes, E.R. 1991. Why are native herbs in the Chilean matorral more abundant beneath bushes: microclimate or grazing?. *Journal of Ecology*, **68**: 665-669.
- Kellner, K. y Bosch, O.J.H. 1992. Influence of patch formation in determining the stocking rate for southern African grasslands. *Journal of Arid Environments*, **22**: 99-105.
- Knapp, A.K., Blair, J.M., Briggs, J.M., Collins, S.L., Hartnett, D.C., Johnson, L.C. y Towne, E.G. 1999. The keystone role of bison in North American tallgrass prairie. *BioScience*, **49**: 39-50.
- Landsberg, J., James, C.D., Morton, S.R., Muller, W.J. y Stol, J. 2003. Abundance and composition of plant species along grazing gradients in Australian rangelands. *J. Appl. Ecol.* **40**: 1008-1024.
- Laycock, W.A. 1991. Stable states and thresholds of range condition on North American rangelands: a viewpoint. *Journal of Range Management*, **44**: 427-433.
- Leps, J., Michálek, J., Kulisek, P. y Uhlík, P. 1995. Use of paired plots and multivariate analysis for the determination of goat grazing preference. *Journal of Vegetation Science*, **6**: 37-42.

- Liu, D.S., Cai, W.Q. y Zhu, Y.W. 1991. A mechanistic model explaining the effect of two dimensional diffusion of a herd on biomass of natural grasses. *Ecological Modelling*, 53: 281-290.
- Llana, G., Obeso, J.R, Álvarez, M.A. 1990. Incidencia del manejo en la composición de los prados de siega atlánticos. *Actas de la XXX Reunión Científica de la SEEP (San Sebastián)*, 248-255.
- Llorens, E.M. 1995a. 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. 1995b. 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).
- Llorens, E.M. y Frank, E.O. 1999. Aspectos ecológicos del estrato herbáceo del caldenal y estrategias para su manejo. AACREA, Subsecretaria de Asuntos Agrarios-Provincia de La Pampa, E.E.A. INTA, Anguil. 81 pp.
- Llorens, E.M. 2013. Caracterización y manejo de los pastizales del centro de La Pampa. Ministerio de la Producción de la provincia de La Pampa. 52p.
- Lok, S. y Fraga, S. 2009. Estudio de la biodiversidad de la vegetación y la fauna edáfica en pastizales, con la presencia de los árboles y sin ella. VI Taller "Los Árboles y arbustos en la Ganadería".
- Loydi, A. y Distel, R.A. 2010. Floristic diversity under different intensities of large herbivore grazing in mountain grasslands of the Ventania System, Buenos Aires. *Ecologia Austral* 20: 281-291.
- Loydi, A., Lohse, K., Otte, A., Donath, T.W., Eckstein, R.L. 2014. Distribution and effects of tree leaf litter on vegetation composition and biomass in a forest-grassland ecotone. *Journal of Plant Ecology*, 7, 264-275.

- Lunt, I.D, Eldridge, D.I., Morgan, J.W. y Bradd Witt, G. 2007. A framework to predict the effects of livestock grazing and grazing exclusion on conservation values in natural ecosystems in Australia. *Aust. J. Bot.* 55: 401-415.
- Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C.H. y Molina, E. J. 2010. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala-Cynodon plectostachyus* en el Valle del Cauca, Colombia. Conferencia electrónica de la FAO “Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica”.  
Disponible:<http://www.fao.org/ag/aga/AGAP/FRG/agrofor1/Mahech20.htm>>
- Martín, G.O. (h), y Lagomarsino, E.D. 2000. Hábitos alimentarios del bovino Criollo en el Noroeste Argentino, bajo sistemas extensivos de producción. *Therios* 29 (151): 6-12.
- Mayor, M.D., Boó, R.M., Peláez, D.V. y Elia, O.R. 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.
- McCann, K.S. 2000. The diversity-stability debate. *Nature* 405: 228-233.
- Miller, G.T. 1990. Resource conservation and management. Wadsworth Publishing Company, USA.
- Milchunas, D.G., Sala, O.E., y Lauenroth, W.Q. 1988. A generalized of effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist*, 132: 87-106.
- Milchunas, D.G. y Lauenroth, W.K. 1993. A quantitative assessment of the effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs*, 63: 327-366.
- Milchunas, D.G., Lauenroth, W.K. y Burke, I.C. 1998. Livestock grazing: Animal and plant biodiversity of shortgrass steppe and the relationship to ecosystem function. *Oikos*, 83: 65–74.

- Molina, S.I., Valladares, G.R., Gardner, S. y Cabido, M. 1999. The effects of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid chaco forest in central Argentina. *Journal of Arid Environments* 42: 29-42.
- Morantes, M., Ojeda, A., Hernández-Chong, L., Baldizán, A., Rivas, J. y Vargas, D. 2010. Selección en el estrato herbáceo por vacunos en pastoreo de sabanas bien drenadas de Venezuela durante la época de transición lluvia-sequía. *Rev. Fac. Agron. (UCV)* 36 (1): 28-33.
- Moretto, A.S. y Distel, R.A. 1997. Competitive interactions between palatable and unpalatable grasses native to a temperate semiarid grassland of Argentina. *Plant Ecology* 130: 155-161.
- Moretto, A.S. y Distel, R.A. 1999. Effects of selective defoliation on the competitive interaction between palatable and unpalatable grasses. *J. Arid Environ.* 42: 167-175.
- Morici, E.F.A., Chirino, C., Fernández, B. y Estelrich, D. 1996. Aplicación del modelo de estados y transiciones en los pastizales de la Región Semiárida Pampeana. *Actas de la VI Jornadas Pampeanas de Ciencias Naturales*, pp: 167-172.
- Morici, E.F.A., Fernandez, B., Chirino, C., Estelrich, D. y Berrueta, A. 1997. El pastizal samófilo de la región semiárida pampeana. Estado actual y propuestas para su recuperación. En: *Actas de la XVIII Reunión Argentina de Ecología*. pp. 92.
- Morici, E.F.A., Ernst, R., Berrueta, M.A., Fernández, B., Kin, A., y Estelrich, D. 1999. Variaciones de la estructura y la diversidad de la vegetación en un gradiente de pastoreo. *Actas de la XIX Reunión Argentina de Ecología*. pp. 107.
- Morici, E., Ernst, R., Kin, A., Estelrich, D., Mazzola, M., y Poey, S. 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. 2006. Efecto de la estructura del pastizal sobre el banco de semillas de gramíneas en el bosque de calden (*Prosopis caldenia*) de la Provincia de La Pampa (Arg.). Tesis doctoral defendida el 25/09/2006, Córdoba (España).
- Morici, E.F.A., Kin, A.G., Mazzola, M.B., Ernst, R., y Poey, M.S. 2006. Efecto del pastoreo sobre las gramíneas perennes *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en relación con la distancia a la aguada. Revista de la Facultad de Agronomía 17. 1-13.
- Morici, E.F.A., Doménech García, V., Gómez Castro, G., Kin, A., Saenz, A., Rabotnikof, C. 2009. Diferencias estructurales entre parches del pastizal del Caldenal y su influencia sobre el banco de semillas. Agrociencia 43: 529-537.
- Murgueitio, E. y Muhammad, I. 2010. Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica. Livestock Res. Rural Development. CIPAV. Vol.13. Nº 3.
- Murphy, J.S. y Briske, D.D. 1992. Regulation of tillering by apical dominance: Chronology, interpretative value, and current perspectives. Journal of Range Management 45: 419-430.
- Nai-bregaglio, M., Pucheta, E., y Cabido, M. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. Revista Chilena de Historia Natural, 75(3): 613-623.
- Nakamatsu, V. 2003. Evaluación del pastizal natural en campos de mesetas. EEA INTA Carpeta Técnica, 12/03. [www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)
- Naumann M. y Madariaga M. 2003. Atlas Argentino-Argentinienatlas. Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertización. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. INTA. Buenos Aires. Argentina. 94 p.
- Nazar Anchorena, J.B. 1988. Manejo de pastizales naturales de La Pampa. Tomo II. Convenio AACREA-Provincia de La Pampa. 425 pp.

- Noy-Meir, I., Gutman, M. y Kaplan, Y. 1989. Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *Journal of Ecology*, 77: 290-310.
- Olivares, A. 1989. El ecosistema silvipastoral. *Avances en Producción Animal* 14: 3-14.
- Orionte, E.L., Anderson, D.L., Bernardon, A. y Vera, J.C. 1980. Determinación del factor de uso en las especies claves, productividad y composición florística de un pastizal natural de San Luis. *Ecología (Arg.)* Nº 5: 71-82.
- Osem, Y., Perevolotsky, A., y Kigel, J. 2002. Grazing effect on diversity of annual plant communities in a semi-arid rangeland: interactions with small-scale spatial and temporal variation in primary productivity. *Journal of Ecology*, 90, 936–946.
- Patón, D., Zaballos, T. y Tovar, J. 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.
- Pazos, G.E., Bisigato, A.J. y Bertiller, M.B. 2007. Abundance and spatial patterning of coexisting perennial grasses in grazed shrublands of the Patagonian Monte. *J. Arid. Environ.*, 70 :316-328.
- Peco, B., de Pablos, I., Traba, J. y Levassor, C. 2005. The effect of grazing abandonment on species composition and functional traits: the case of dehesa grasslands. *Basic and Applied Ecology*, 6, 175–183.
- Peinetti, R., Pereyra, M., Kin, A. y Sosa, A. 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of Caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. *Journal Range Management*, 46: 483-486.



- Peláez, D.V., Bóo, R.M., Distel, R.A., Elía, O.R. y Mayor M.D. 1988. Distribución del peso seco en función de la altura de *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack. y *Stipa tenuis* Phil. con relación al factor de uso apropiado. Revista de Producción Animal (Buenos Aires, Argentina) 8 (6): 477- 487.
- Peláez, D., Bóo, R.M. y Elía, O.R. 1991. Emergence y seedling survival of calden in the semiarid region of Argentina. Journal of Range Management, 45: 564-568.
- Peláez, D., Boo, R.M., Elia, O.R. y Mayor, M.D. 1992. Interacciones competitivas entre *Piptochaetium napostaense* (Speg) Hachel. y *Stipa tenuis* Phil. con plántulas de *Prosopis caldenia* Burk. Revista Argentina de Producción Animal, 12: 253-258.
- Peláez, D., Bóo, R.M. y Elia, O.R. 1996. The germination and seedling survival of *Condalia microphylla* Cav. In Argentina. Journal of Arid Environments, 32: 173-179.
- Peláez, D.V., Andrioli, R.J., Elia, O.R., Bontti, E.E., Tomás, M.A. y Blázquez, F.R. 2013. Response of grass species to different fire frequencies in semi-arid rangelands of central Argentina. The Rangeland Journal 35 (4): 385-392.
- Pelliza-Sbriller, A., Willems, P., Nakamatsu, V., Manero, A. y Somlo, R. 1997. Atlas dietario de herbívoros Patagónicos. Proyecto Prodesar-INTA-GTZ. EEA Bariloche, Argentina.
- Perevolotsky, A. y Seligman, G. 1998. Role of Grazing in Mediterranean Rangeland Ecosystems. BioScience Vol. 48 Nº 12.
- Piazza, M.V., Garibaldi, L.A., Kitzberger, T. y Chaneton, E.J. 2016. Impact of introduced herbivores on understory vegetation along a regional moisture gradient in Patagonian beech forests. Forest Ecology Manage, 366: 11-22.

- Pucheta, E., Cabido, M., Díaz, S., y Funes, G. 1998. Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. *Acta Oecologica* 19: 97-105.
- Purvis, A. y Hector, A. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.
- Quiñónez, J.J., Gutiérrez, U.N., Valencia, C.M. y Martínez, J.J. 2004. Relaciones suelo-vegetación en un sitio de sabana en el noreste de Durango. XVI Congreso Latinoamericano y XII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Conferencia. Simposio1. Trabajo 06. Cartagena de Indias. Colombia. p. 64.
- Rabotnikof, C., Sáenz, A., Del Greco, D. y Cerqueira, E. 2000. Valor nutritivo de *Poa ligularis* Ness ex Steudel en el bosque de caldén. *Revista Argentina de Producción Animal*, 20(1): 238-239.
- Rauber, R., Steinaker, D., Demaría, M., Arroyo, D. 2014. Factors associated to invasion by non-palatable grasses in Argentinean semi-arid forest. *Ecología Austral* 24: 320-326.
- Raunkiaer, C. 1934. *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Clarendon Press, Oxford.
- Rebollo, S. y Gómez-Sal, A. 2003. Aprovechamiento sostenible de los pastizales. *Ecosistemas* (URL:<http://www.aeet.org/ecosistemas/033/investigacion7.htm>)
- REPAGRO 1875-1994. Dirección General de Estadística y Censos de La Pampa. En: <http://www.produccion.lapampa.gov.ar/noticias/2338-repagro-2016.html>.
- Retuerto, R., Rodrigues-Roiloa, S., Fernández-Lema, B., y Obeso, J.R. 2003. Respuestas compensatorias de plantas en situaciones de estrés. *Ecosistemas* 1 [online]. <http://www.aeet.org/ecosistemas/031/investigacion4.htm>

- Rosenthal, J.P. y Kotanen, P.M. 1994. Terrestrial plant tolerance to herbivory. *Trends Ecol Evol.* 9: 145-148.
- Rusch, G. y Oesterheld, M. 1997. Relationship between productivity, y species y functional group diversity in grazed y non-grazed Pampas grassland. *Oikos* 78: 519-526.
- Saint Pierre, C., Busso, C.A., Montenegro, O.A., Rodríguez, G.D., Giorgetti, H.D., Montani, T., Bravo, O.A. 2004. Direct assessment of competitive ability and defoliation tolerance in perennial grasses. *Canadian Journal of Plant Science* 84: 195-204.
- Sala, O.E., Oesterheld, M., León, R.J.C. y Soriano, A. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetation* 67: 27-32.
- Sala, O.E. 1988. The effect of herbivory on vegetation structure. *Plant form and vegetation structure*, 317-330.
- Sawczuk, N. 2009. Evaluación del efecto del tiempo de permanencia de las temperaturas máximas de quema sobre propiedades físicas y químicas de un Haplustol éntico de la Región Central del Caldenal. Tesina de grado Fac. Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (LP).
- Sawczuk, N., Morici, E.F.A., Peláez, D.V., Gallace, M.E., Murcia, M.G., Stritzler, N.P., Rabotnikof, C.M., Petruzzi, H.J., Lentz, B.C. 2013. Efecto de la intensificación ganadera sobre un pastizal del caldenal. VI Congreso Nacional, III Congreso del Mercosur y II Jornadas Técnicas de productores, para el Manejo de Pastizales Naturales. Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Publicado en libro de Actas.

- Senft, R.L., Coughenour, M.B, Bailey, D.W., Rittenhouse, L.R., Sala, O.E. y Swift, D.M. 1987. Large herbivore foraging and ecological hierarchies. *BioScience* 37: 789-799.
- Shannon, C., y Weaver, W. 1963. The mathematical theory of communication. Illinois. University Press, Urbana. 117 pp.
- Shitzer, D., Noy-Meir, I. y Milchunas, D.G. 2008. The role of geologic grazing refuges in structuring Mediterranean grassland plant communities. *Plant Ecol.* 198: 135-147.
- Solbrig, O.T. 1993. Biodiversity and global change. *Earth Quest*, Spring issue, pp. 1-3, 16.
- Soler, E. R., Martínez Pastur, G., Lencinas, M.V., Borrelli, L. 2011. Differential forage use between large native and domestic herbivores in Southern Patagonian *Nothofagus* forests. *Agroforestry Systems.* 85 (3): 397-409.
- Somlo, R., Bonvissuto, G., Pelliza-Sbriller, A., Bonino, N., Moricz de Tecso, E. 1994. La influencia de la condición del pastizal sobre la dieta estacional de los herbívoros y el pastoreo múltiple, en Sierras y Mesetas Occidentales de Patagonia. *R.A.P.A.* Vol. 14 (3-4): 187-207.
- Sparks, D., y Malechek, J. 1968. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. *J. Range Manage.* 21: 264-265.
- Spears, B.M. y Barr, W.F. 1985. Effect of jointworms on the growth and reproduction of four native range grasses Idaho. *Journal of Range Management*, 38:44-46.
- Stockton, S.A., Allombert, S., Gaston, A.J., y Martin, J.L. 2005. A natural experiment on the effects of high deer densities on the native flora of coastal temperate rain forests. *Biol. Conserv.* 126: 118- 128.

- Stoddart, L.A., y Smith, A.D. 1955. Range management. 2nd Edition. McGraw-Hill, New York.
- Stoddart, L.A., Smith, A.D. y Box, T.W. 1975. Range management. 3rd Edition. McGraw-Hill, New York.
- Stuth, J.W. 1991. Foraging behaviour, en Heitschmidt y J. W. Stuth (Eds.) Grazing management: An ecological perspective. Timber press, Portland, Oregon. USA. Pp. 65-83.
- Torrano, L. y Valderrábano, J. 2003. Capacidad de utilización de la vegetación espontánea por los rumiantes. ITEA 3: 145-166.
- Vergara, G.T. y Casagrande, G.A. 2002. Estadísticas agroclimáticas de la Facultad de Agronomía, Santa Rosa, La Pampa, Argentina. Revista Fac. Agronomía – UNLPam, Vol. 13 N°1/2.
- Viglizzo, E.F. 1994. The response of low-input agricultural systems to environmental variability: a theoretical approach. Agric. Systems. 44: 1-17.
- Volesky, J., Schacht, W., Reece, P. y Vaughn, T. 2007. Diet composition of cattle grazing sandhills range during spring. Rangeland Ecology & Management, 60: 65-70.
- West, N.E. 1993. Biodiversity of rangelands. Journal of Range Management. 46: 2-13.
- Westoby, M., Walker, B., Noy-Meir, I. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. J. Range Manage. 42, 266-274.
- White, L.D. y Wolfe, D. 1985. Nutritional value of common buffelgrass. In: Buffelgrass: Adaptation Management and Forage Quality. Texas Agricultural Experimental Station. Bull. MP-1557, Texas A & M University. College Station, Texas, USA, pp. 13-24.

- Yapur J.M., Sáenz A.M. y Cerqueira E.D. 2002. Efecto de la quema y del régimen de corte sobre la acumulación de biomasa aérea y la calidad nutritiva de *Stipa tenuissima*. Revista Argentina de Producción Animal, 22 (Sup. 1): 225-226.
- Zalba, S.M. y Cozzani, N.C. 2004. The impact of feral horses on grassland bird communities in Argentina. Anim. Conserv. 7: 35-44.
- Zapata, R.R., Rabotnikof, C.M., Filippi, A., Lentz, B.C., Morici, E.F.A., Petruzzi, H.J., Gallace, M.E., Murcia, M.G., Sawczuk, N., Ingentron, F.M., Stritzler, N.P. 2015. Cobertura de vegetación, suelo y broza en un pastizal de planicie en la provincia de La Pampa. En 38º Congreso Argentino de Producción Animal – AAPA. Santa Rosa, La Pampa. Publicado en Actas.