

**TAMAÑO Y POSICIÓN DE LAS CORONAS COMO  
MECANISMOS PARA TOLERAR EL PASTOREO  
EN ESPECIES FORRAJERAS DEL PASTIZAL BAJO  
EN LA REGIÓN SEMIÁRIDA CENTRAL DE  
ARGENTINA**

**Trabajo Final de Graduación de  
Francisco MARTIN**

Director: Dr. Hector Daniel ESTELRICH

Facultad de Agronomía UNLPam

2014

## INDICE

RESUMEN.....	3
INTRODUCCION .....	5
Hipótesis .....	7
Objetivos.....	7
MATERIALES Y METODOS .....	7
RESULTADOS Y DISCUSION .....	10
CONCLUSIONES .....	26
BIBLIOGRAFIA .....	27
AGRADECIMIENTOS .....	27
Anexo (resultados análisis estadísticos).....	30

## RESUMEN

Los pastizales naturales cubren importantes extensiones en distintas latitudes del mundo y sobre todo en áreas de clima árido y semiárido. La importancia de estos ecosistemas radica en el uso al que están destinados, que es la producción ganadera. En la región semiárida central de Argentina la superficie, salvo el Este de la provincia de La Pampa, se encuentra cubierta por pastizales naturales propiamente dichos (pastizales bajos y samófilos) o bosques de *Prosopis* con pastizal, arbustales y matorrales con pastizal. El pastoreo es señalado como uno de los principales factores que producen cambios florísticos y estructurales en los pastizales naturales. En estas áreas de pastizal natural existen diferentes especies que han persistido ante la acción del pastoreo. Resultados preliminares muestran diferencias en la estructura de las plantas cuando se comparan individuos pastoreados y otros provenientes de áreas clausuradas. La hipótesis de este trabajo es que las especies forrajeras que actualmente persisten son capaces de tolerar el pastoreo porque se aclimataron frente a la acción de los herbívoros, produciendo macollos con sus coronas cada vez mas enterrados. El objetivo fue evaluar en situaciones de pastoreo y de no pastoreo el diámetro de corona y la profundidad de enterrado en poblaciones de *Poa ligularis*, de *Piptochaetium napostaense*, de *Digitaria californica*, de *Bothriochloa springfieldii*, entre las valiosas o forrajeras y en poblaciones de *Stipa ichu*, de *S. brachychaeta*, de *S. tenuísima* y de *S. trichotoma* entre las no forrajeras. El trabajo se realizó en tres establecimientos ganaderos de cría y eventualmente recría, ubicados en la Provincia de La Pampa, región de colinas y lomas. Se establecieron transectas en áreas pastoreadas y excluidas del pastoreo y sobre ellas se recolectaron los especímenes. A cada uno se le midió la distancia existente entre la base de los macollos donde se insertan las raíces y el lugar donde las hojas emergen a la superficie del suelo (profundidad de enterrado), el diámetro de las coronas, la fitomasa aérea y la fitomasa de coronas. Para todos los potreros se determinó la presión de pastoreo a partir del tiempo de pastoreo y la carga animal. Los resultados obtenidos muestran mayor profundidad de enterrado de las coronas de las especies forrajeras en condiciones de pastoreo, mientras que en las especies no forrajeras como las pajas no se observan diferencias. Se detectaron diferencias en el contenido de fitomasa aérea y subterránea por planta en condiciones de clausura y de pastoreo pero esas diferencias se hacen menos notorias cuando se considera la fitomasa por unidad de corona. Se observa que la profundidad y el volumen de enterrado junto con el diámetro de corona varían con la presión de pastoreo. A su vez, la fitomasa de corona enterrada está relacionada con el volumen de las coronas. Estos resultados podrían indicar que las especies forrajeras de los pastizales de la Región Semiárida Central de Argentina, que crecen bajo condiciones de pastoreo tienden a favorecer cierto desarrollo en profundidad de las coronas y, con

ello, contribuye a la protección de los puntos de crecimientos basales de la acción del pastoreo y condiciones ambientales adversas.

Palabras clave: tolerancia al pastoreo, enterrado de coronas, pastizales, región semiárida central Argentina.

## INTRODUCCION

Los pastizales naturales cubren importantes extensiones en distintas latitudes del mundo y sobre todo en áreas de clima árido y semiárido. En todos ellos la importancia de estos ecosistemas radica en el uso al que están destinados que es la producción ganadera (Nazar Anchorena 1988). Existen diferencias entre la dinámica de los componentes del pastizal y la respuesta individual de las especies que los componen según su origen, su historia de pastoreo y el tipo de herbívoro (Milchunas *et al* 1988). Todo ello hace imposible hablar de modelos que generalicen el funcionamiento de estos sistemas y su respuesta al pastoreo. Cada uno de los pastizales en el mundo posee características estructurales y funcionales que les son propias haciendo que reaccionen de maneras diferentes (DIAZ *et al*, 2001 y 2007)

En la argentina casi el 70 % de la superficie se halla cubierta por estas comunidades vegetales extendiéndose desde el norte con pastizales de altura, arbustales con pastizal, bosques xerófitos y húmedos hasta pastizales halófilos, matorrales y estepas arbustivas en la patagonia (Cabrera 1976)

En la región semiárida central de Argentina, salvo la porción este de provincia de La Pampa, el resto de la superficie se encuentra cubierta por pastizales naturales propiamente dichos (pastizales bajos y samófilos) o bosques de *Prosopis* con pastizal, arbustales y matorrales con pastizal (Cano *et al*. 1980; Cano 1988). En todos los casos estas áreas marginales a la agricultura por diferentes problemáticas ambientales que van desde suelos poco profundos, precipitaciones escasas o topografías inadecuadas, se destinan a uso exclusivamente ganadero, ya sea cría vacuna, ovinos y caprinos (Estelrich *et al*, 2005).

El ecosistema Pastizal Natural que está presente en estos tiempos, es distinto de aquel en donde las relaciones planta-animal se daban en condiciones de libre pastoreo donde los herbívoros circundaban libremente sin límites por el pastizal natural. De esta manera se generaban sitios de subpastoreo en determinadas zonas y sobrepastoreos en otras. En la actualidad con la introducción de alambrados (apotramamiento) y división de tierras; las relaciones planta-animal han cambiado notablemente. Las comunidades de pastizal natural son manejadas con altas cargas, con el fin de incrementar la rentabilidad de la empresa, llegando en muchos casos a situaciones de sobrepastoreo con las consecuencias que esto implica tanto en la estructura como en la dinámica de la vegetación (Milchunas *et al* 1988; Olf y Ritchie 1998; Sala *et al*. 1986; Chaneton *et al*. 2002; Rusch y Oesterheld 1997). Son notorios los cambios de la comunidad asociados en lo que respecta a diversidad florística (Loydi y Distel, 2010; Estelrich *et al*, 2005).

En estas condiciones de manejo se establecen nuevas situaciones o estados de producción de los pastizales, con importantes pérdidas de superficie útil para el pastoreo, ya sea por la invasión de leñosas o el incremento de áreas cubiertas por especies no forrajeras como las pajas (Estelrich *et al* 2005).

Específicamente en los pastizales de la región semiárida central de Argentina las especies que los componen responden de manera diferente a la acción de los herbívoros domésticos (Cano, 1988). En situaciones de baja presión de pastoreo la diversidad florística es baja y predominan especies denominadas decrecientes y crecientes - decrecientes según su respuesta al pastoreo (Estelrich *et al*, 2005). Las especies decrecientes son aquellas que por acción del pastoreo no controlado están en retroceso en la comunidad, tienen como características comunes el ser tiernas, de buen valor nutritivo y muy apetecidas por el ganado. Esto último provoca su selección y consumo antes que otras menos apetecibles. Las especies crecientes - decrecientes son de menor calidad forrajera y en consecuencia menos apetecidas. De esta manera, al no ser consumidas inicialmente por el ganado, cumplen sus ciclos completos, se reproducen y diseminan sus semillas, ocupando parte de los espacios que van quedando vacíos por la pérdida de especies de mayor valor, o simplemente por la reducción de su tamaño por pérdida de energía y vigor. No obstante con el tiempo pueden ser consumidas por el ganado cuando la desaparición de las especies decrecientes en la comunidad se acentúa y los animales se ven forzados a ir reemplazando los componentes de su ración (Carillo 2003). A medida que la presión de pastoreo aumenta, estas especies disminuyen su presencia en las comunidades y se incrementa la importancia de otras especies, en general gramíneas anuales y dicotiledóneas, provocando un incremento en la diversidad florística (Estelrich *et al*, 2005; Briske, 1991 y 1996, Loydi y Distel, 2010). En situaciones de pastoreo de mayor presión todas estas especies comienzan a desaparecer y son reemplazadas por otras especies perennes que en general evitan el pastoreo como es el caso de las pajas y renuevos de leñosas (Estelrich *et al*, 2005). En esta última situación la comunidad es dominada por unas pocas especies con lo cual la diversidad vuelve a disminuir.

El pastoreo es señalado como uno de los principales factores que producen cambios florísticos en los pastizales naturales (Morici *et al.*, 2003; Bertiller *et al.*, 2004; Bisigato *et al.*, 2005)

Por estas razones, el manejo adecuado de la carga animal implica conocer los mecanismos de respuesta de las distintas especies que componen el pastizal, especialmente las de mayor valor forrajero (Morici *et al*, 2006)

En los ecosistemas de la región semiárida central de Argentina existen diferentes especies que han persistido a la acción del pastoreo (Cano 1988). Algunas de ellas denominadas crecientes-crecientes por su respuesta al pastoreo, integrado por las especies no valiosas desde el punto de vista forrajero como ser las denominadas “pajas” (*Stipa ichu*, *S. brachychaeta*, *S. tenuísima*, *S. trichotoma*) cuya estrategia ha sido la evasión del pastoreo por sus altos contenidos de sílice y pared celular (lignina, celulosa y hemicelulosa) que disminuyen notablemente tanto la accesibilidad como la palatabilidad (Cano 1988, Estelrich y Cano, 1996). Por otra parte, se encuentran las especies denominadas crecientes – decrecientes por su respuesta al pastoreo y están integradas por aquellas gramíneas que se denominan valiosas o forrajeras y sobre las cuales se sustenta la producción ganadera de cría en la región (*Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Stipa tenuis*, *S. longiglumis*, *Digitaria californica*, *Bothriochloa springfieldii*) cuyas estrategias para persistir la herbivoría aún no se conocen adecuadamente. Resultados preliminares obtenidos en el área de pastizales bajos muestran diferencias en la estructura de las plantas cuando se comparan individuos pastoreados y otros provenientes de áreas clausuradas (Berrueta 1996)

El interrogante de este trabajo es: ¿las especies forrajeras (*Poa*, *Piptochaetium*, *Stipa tenuis*, *Stipa longiglumis*, *Digitaria californica*, *Bothriochloa springfieldii*, etc) de los pastizales de la región semiárida central de Argentina, dispondrían de alguna estrategia morfofisiológica por medio de la cual han persistido hasta la actualidad bajo condiciones de pastoreo y/o sobrepastoreo, aún cuando carecen de una historia de pastoreo importante?

### **Hipótesis**

Las especies forrajeras que actualmente persisten son capaces de tolerar el pastoreo porque se aclimataron frente a la acción de los herbívoros produciendo macollos con sus coronas cada vez más enterrados. Si ello es real, los individuos de especies forrajeras bajo pastoreo deberían estar más o menos enterrados según la presión de pastoreo que aquellas que no fueron pastoreadas o de aquellas que evitan el pastoreo como las pajas.

### **Objetivos**

Evaluar en situaciones de pastoreo y de no pastoreo el diámetro de corona y la profundidad de enterrado en poblaciones de *Poa ligularis*, de *Piptochaetium napostaense*, de *Digitaria californica*, de *Bothriochloa springfieldii*, entre las valiosas o forrajeras y en poblaciones de *Stipa ichu*, de *S. brachychaeta*, de *S. tenuísima* y de *S. trichotoma* entre las no forrajeras.

### **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se realizó en tres establecimientos ganaderos de cría y eventualmente recría, ubicados en la Provincia de La Pampa región fisiográfica Oriental, subregión de colinas y lomas. (Cano, 1988; Figura 1).

Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 500-600mm, el relieve es de ondulado a colinado, en cuanto a los suelos se encuentra una asociación con el paisaje, así en las lomas encontramos haplustoles enticos, en las pendientes ustisamente típico y en los bajos haplustoles

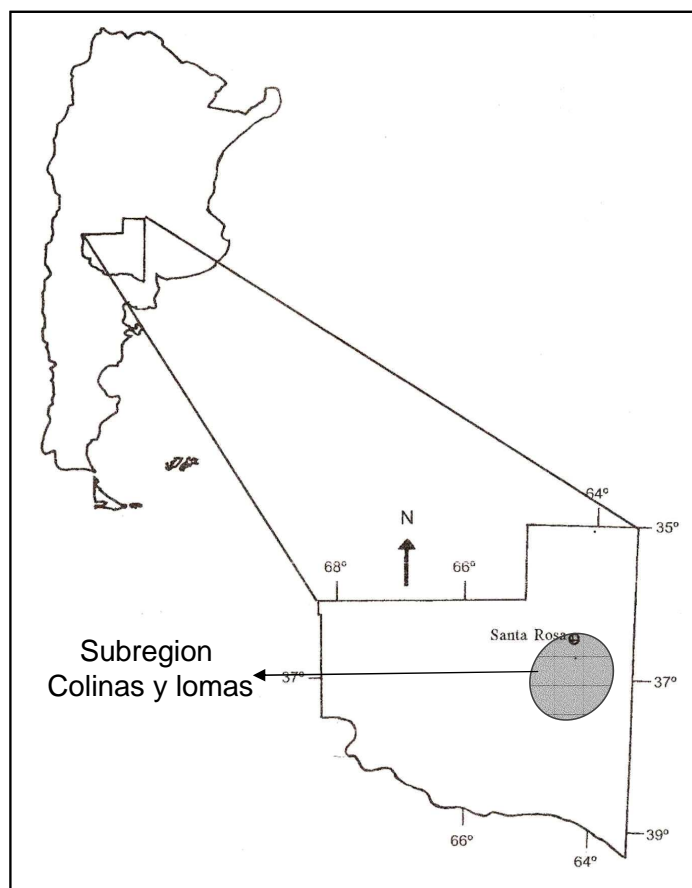


Figura 1. Ubicación relativa del área de muestreo en el área de Pastizales Bajos de la provincia de La Pampa

enticos con texturas mas finas, mas materia orgánica y humedad que en las lomas.

En cuanto a la vegetación corresponde a un pastizal de gramíneas perennes intermedias y bajas, filiformes con arbustos bajos perennifolios y caducifolios micrófilos y nanófilos. La estructura vertical es regular y la horizontal de regular a irregular. La comunidad predominante posee tres a cuatro estratos de cobertura variable predominando el estrato graminoso herbáceo intermedio y bajo.

En el estrato arbóreo y arbustivo bajo, que en general se halla disperso se encuentran *Prosopis caldenia* y *Condalia microphylla*. En el estrato graminoso bajo y herbáceas, dominado por *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en menor medida entre las de invierno, y *Digitaria californica*, *Bothriochloa springfieldii* entre las de verano y en el intermedio *Stipa ichu*, *S. tenuissima*, *S. brachychaeta*, *S. tricótoma* y *Aristida niederleinii*.



Los tres establecimientos seleccionados para la realización del trabajo son: Las Mercedes, La Baya Vieja y San Martín. En cuanto al trabajo operativo realizado en los mismos consistió en selección de dos áreas de pastizal natural bajo pastoreo y en ausencia del mismo, que contenga las especies forrajeras y no forrajeras mencionadas a continuación.

Luego de esta selección previa, se establecieron por área pastoreada 3 transectas de 200mts de longitud, separadas contundentemente de las aguadas (mas de 500 mts aproximadamente). En cada una de ellas se establecieron estaciones de muestreo cada 10 mts en las que se recolectaron individuos de cada una de las siguientes especies forrajeras (*Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Stipa tenuis* (no siempre presente en los pastizales estudiados), *Digitaria californica*, *Bothriochloa springfieldii*) y no forrajeras presentes (*Stipa ichu*, *Stipa brachychaeta* y *Stipa tenuissima*). Para cada individuo extraído se midió el diámetro de las coronas y la profundidad de enterrado, se entiende por tal a la distancia existente entre la base de los macollos donde se insertan las raíces y el lugar donde las hojas emergen a la superficie del suelo.

Para cada uno de los establecimientos en los que se realizó el muestreo, se registró la carga ganadera global del sistema y el tipo de pastoreo al que ha sido sometido en los últimos 20 años. Así a través de la carga global del sistema y el periodo de permanencia en los potreros se estimó la presión de pastoreo como un índice que toma valores de 0-0,7 animales/ha día.

En las proximidades de las áreas pastoreadas de cada establecimiento se ubicaron sitios excluidos del pastoreo como calles, banquetas, clausuras, donde se seleccionaron las mismas especies y la misma metodología de medición y recolección.

En el laboratorio, el material recolectado de las especies forrajeras en el campo fue acondicionado en estufas donde se determinó el peso seco. Luego, cada planta fue cortada a la profundidad medida en el campo y se registró el peso de las coronas y de la parte aérea. La tarea de pesado se realizó en una balanza digital, procurando la separación previa de la tierra y tejido muerto que pudieran contener las mismas. Los datos fueron registrados para su posterior análisis de gabinete.

Los datos obtenidos se cargaron en una planilla de cálculo a partir de los cuales se realizaron todos los análisis estadísticos y gráficos presentados posteriormente. Un primer análisis exploratorio se realizó mediante Análisis de Componentes Principales (ACP), las diferencias entre tratamientos se analizaron mediante ANOVA y las diferencias entre medias mediante prueba de Tukey  $P < 0.05$ . Las relaciones entre variables se analizaron mediante regresión y correlación.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En este trabajo se estudia la profundidad y tamaño de las coronas de gramíneas forrajeras y no forrajeras de los pastizales naturales de la región semiárida central de Argentina. Se denomina corona en las gramíneas perennes de hábito de crecimiento cespitoso, a la zona inmediatamente por encima del cuello (zona de transición entre raíz y tallo), siendo un término para indicar la parte basal de los macollos. Esta zona contiene, macollos con entrenudos no elongados y sus respectivos fitómetros o unidad morfológica fundamental en plantas vasculares que consta de: nudo, entrenudo, meristemo intercalar, meristemo o yema axilar, lamina y vaina (Murphy y Briske. 1992).

La importancia de la corona radica en que alberga los siguientes puntos de crecimiento (se entiende por esto a todo conjunto de células, tejidos u órganos que permitan el crecimiento): meristemo intercalares, axilares y apicales. Asimismo, son capaces de acumular reservas en forma de hidratos de carbono, variando su constitución con el tipo de metabolismo fotosintético de las gramíneas, así tenemos para las gramíneas C3 como fuente de reserva sacarosa y fructosanos, mientras que para las especies C4 sacarosa y preferentemente almidón.

Estos atributos antes mencionados para las coronas juegan un papel preponderante para la restitución del área foliar de las gramíneas y la perennidad de las especies forrajeras luego de ser sometidas al pastoreo.

En la Tabla 1 se muestra la profundidad de enterrado promedio de las coronas de las principales especies forrajeras y no forrajeras en situaciones de pastoreo y de clausura. En todas las especies forrajeras las coronas estuvieron más enterradas en situaciones de pastoreo ( $P < 0.05$ ), mientras que para las especies no forrajeras o “pajas” no se observaron diferencias con las situaciones de clausura, manteniendo sus coronas enterradas en alrededor de 3.8 cm de profundidad.

Entre las especies forrajeras, en *Poa ligularis* se observó la mayor profundidad de enterrado (4.53 cm) mientras que tanto *Piptochaetium napostaense* como *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* tienen sus coronas entre 3.24 y 3.51 cm de profundidad.

Tabla 1. Profundidad de enterrado promedio de las coronas de las principales especies forrajeras y no forrajeras de la región de las colinas de La Pampa en situaciones de pastoreo y de clausura. Para una misma especie, medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ ).

Especies	Pastoreo	Clausura
<i>Piptochaetium napostaense</i>	3,24 a	1,97 b
<i>Poa ligularis</i>	4,53 a	2,88 b
<i>Digitaria californica</i>	3,18 a	1,87 b
<i>Bothriochloa springfieldii</i>	3,51 a	1,98 b
Pajas ( <i>Stipa ichu</i> , <i>S. tenuissima</i> , <i>S. brachichaeta</i> )	3,77 a	3,88 a

En la figura 2 se muestra la dispersión de profundidad de enterrado y diámetro de coronas para las especies seleccionadas: *Poa ligularis* (a), *Piptochaetium napostaense* (b), *Bothriochloa*

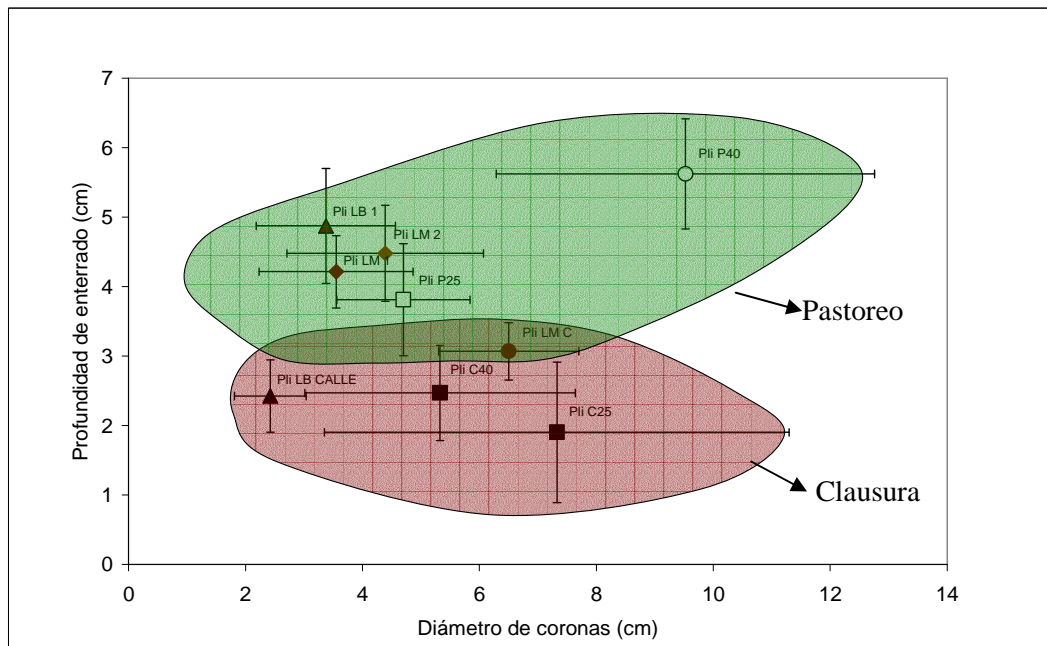


Figura 2 a. Promedio y dispersión de diámetros de corona y profundidad de enterrado para *Poa ligularis* en pastizales de la región de las colinas de La Pampa. LM: La Mercedes; P25: El Pampa, clausura 25 años (Berrueta 1995); LB: La Baya; C y Calle= clausura, P= pastoreo.

*springfieldii* (c) y *Digitaria californica* (d) entre las forrajeras de invierno y verano respectivamente y, *Stipa tenuissima*, *S. Brachychaeta* y *S. ichu* las denominadas “pajas” o especies no forrajeras (e).

En todos los casos de las especies forrajeras se observan diferencias en cuanto a la

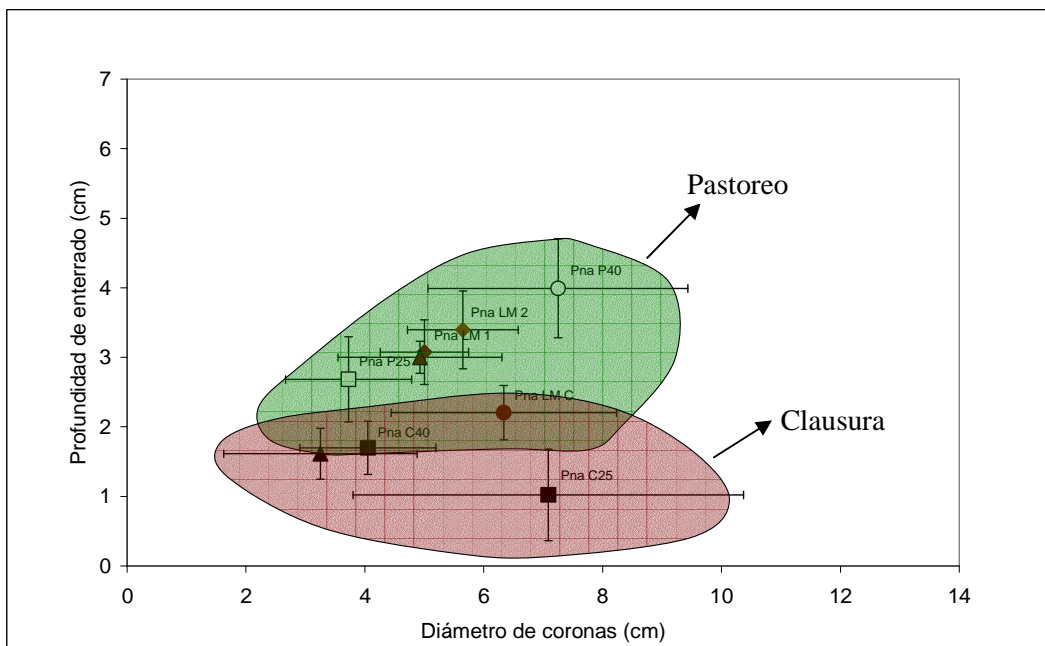


Figura 2 b. Promedio y dispersión de diámetros de corona y profundidad de enterrado para *Piptochaetium napostaense* en pastizales de la region de las colinas de La Pampa. LM: La Mercedes; P25: El Pampa, clausura 25 años (Berrueta 1995); LB: La Baya; C y Calle= clausura, P= pastoreo.

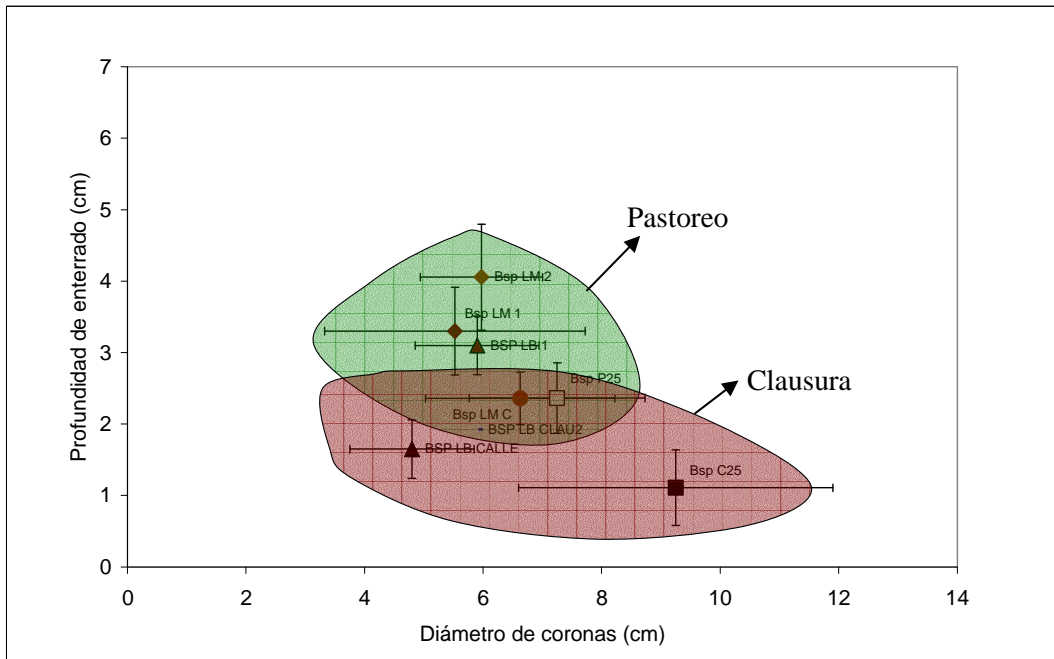


Figura 2 c. Promedio y dispersión de diámetros de corona y profundidad de enterrado para *Bothriochloa springfieldii* (Bsp) en pastizales de la región de las colinas de La Pampa. LM: La Mercedes; P25: El Pampa, clausura 25 años (Berrueta 1995); LB: La Baya; C y Calle= clausura, P= pastoreo.

profundidad de enterrado y sus diámetros entre áreas pastoreadas y con pastoreos nulos o de baja presión.

De todas las especies estudiadas, *Poa ligularis*, una de las principales forrajeras de los pastizales de la región semiárida, presenta los mayores valores en la profundidad de enterrado de

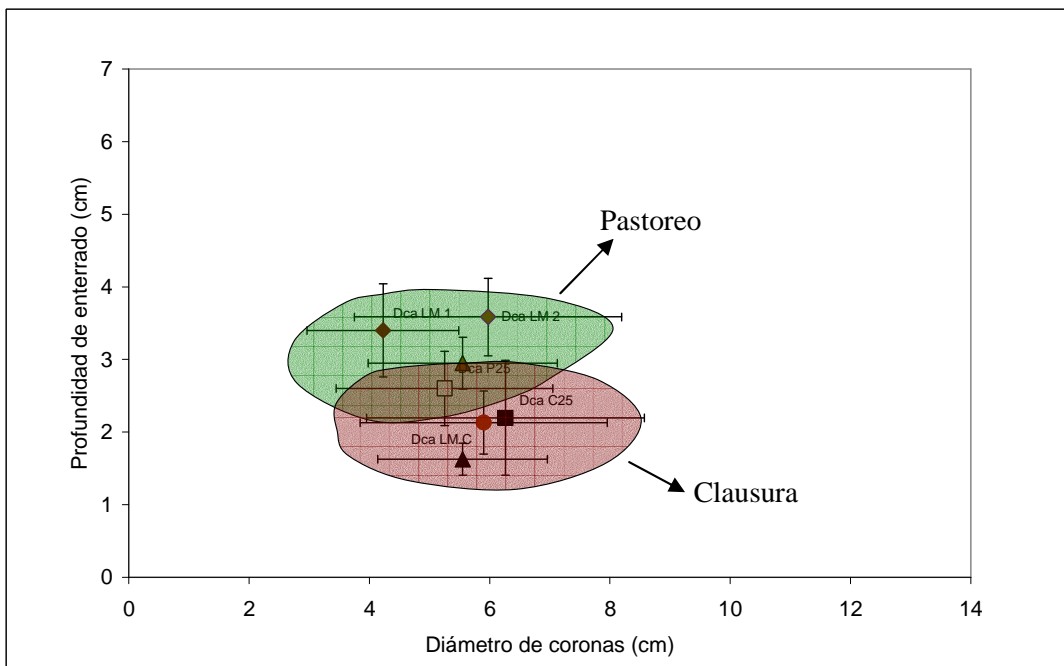


Figura 2 d. Promedio y dispersión de diámetros de corona y profundidad de enterrado para *Digitaria californica* en pastizales de la región de las colinas de La Pampa. LM: La Mercedes; P25: El Pampa, clausura 25 años (Berrueta 1995); LB: La Baya; C y Calle= clausura, P= pastoreo

sus coronas en las áreas bajo pastoreo. En efecto, se observan valores de 1 cm y 6.5 cm en

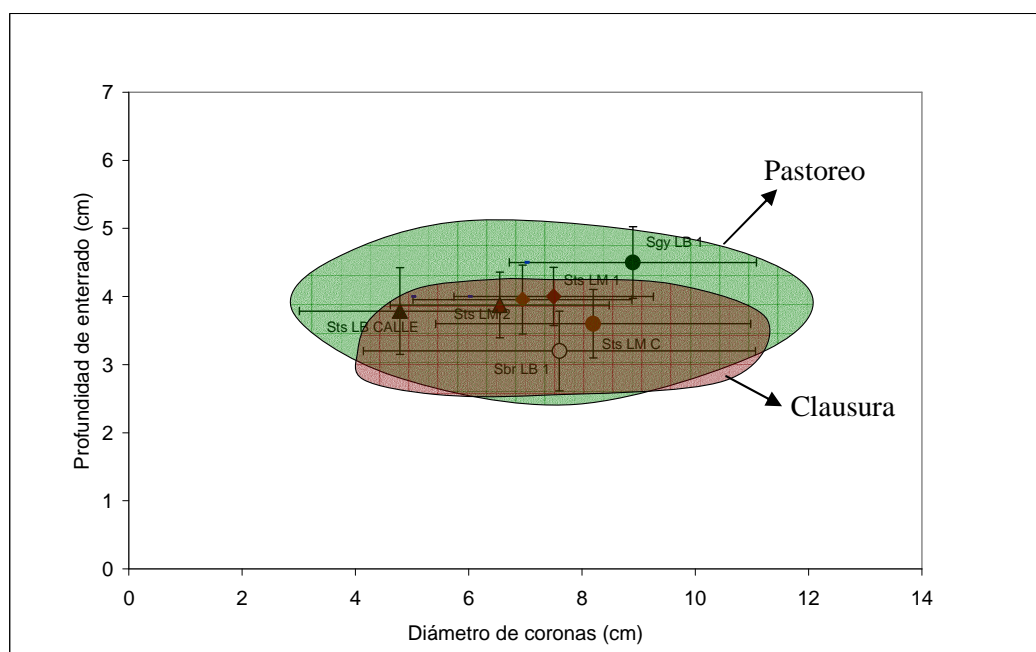


Figura 2 e. Promedio y dispersión de diámetros de corona y profundidad de enterrado para *Stipa tenuissima*, *S. ichu* y *S. brachychaeta* en pastizales de la región de las colinas de La Pampa.

LM: La Mercedes; P25: El Pampa, clausura 25 años (Berrueta 1995); LB: La Baya; C y Calle= clausura, P= pastoreo

situaciones de ausencia y presencia de pastoreo respectivamente.

En tanto para *Piptochaetium napostaense*, otra especie típica de los pastizales de esta región, si bien se observa que en condiciones de pastoreo sus coronas están enterradas a mayor profundidad los valores registrados son inferiores a los de *Poa ligularis*. En cuanto a las especies estivales *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* si bien se detectaron diferencias en la profundidad de enterrado de sus coronas entre áreas con y sin pastoreo, estas no fueron tan marcadas como en el caso de las especies invernales mencionadas precedentemente.

Por último, las especies no forrajeras evaluadas, no muestran diferencias en la profundidad de enterrado de sus coronas en áreas con y sin pastoreo.

En cuanto a los diámetros de corona, fueron en general más pequeños y más homogéneos en las áreas bajo pastoreo para *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense* y *Bothriochloa springfieldii*, con excepción de la situación de pastoreo continuo (Berrueta 1996) donde se observan los mayores diámetros y la mayor variabilidad. Mientras que para *Digitaria californica* y las “pajas” se observan diámetros más homogéneos tanto en condiciones de pastoreo como en ausencia del mismo.

A partir de un análisis exploratorio se pudo diferenciar la profundidad de enterrado de las especies forrajeras en áreas con y sin pastoreo. En la figura 3 se muestran los resultados obtenidos del ACP donde se comparan todos los relevamientos realizados en las diferentes áreas de muestreo

y para las diferentes especies. El Eje 1 tiene un 68 % de explicación de la distribución de los muestreos de acuerdo a un gradiente de pastoreo mientras que el Eje 2 explica en un 13 % qué especies tienen diferencias de enterrado a lo largo del gradiente de pastoreo. De esta manera se confirma lo observado anteriormente, donde todas las especies consideradas dentro del grupo de las “pajas” o no forrajeras (Figuras 1 e) no se diferencian con el eje 2, mientras que las especies forrajeras (*Bothriochloa springfieldii*, *Poa ligularis* por un lado y por el otro, menos diferenciadas *Piptochaetium napostaense* y *Digitaria californica*) que parecen ser más susceptibles a enterrarse frente al pastoreo aparecen bien diferenciadas (Figura 1 a, b, c y d)

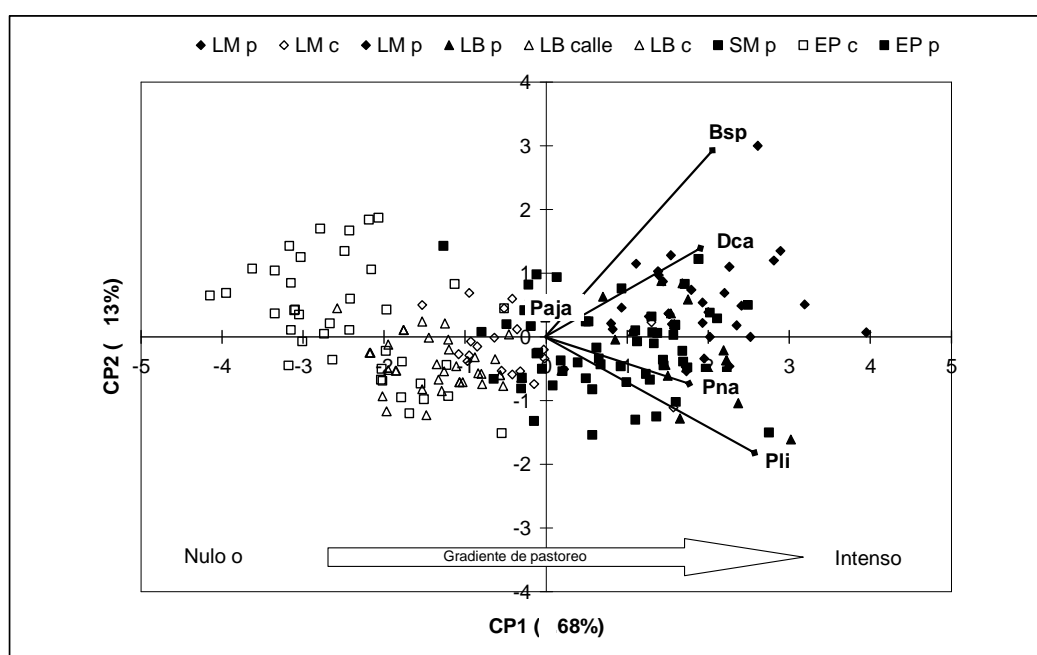


Figura 3. Análisis de Componentes Principales (ACP de la profundidad de enterrado de las coronas de las distintas especies (*Poa ligularis*, *Piptochaetium*, *Digitaria californica*, *Bothriochloa springfieldii* y pajas) en condiciones de pastoreo y en ausencia del mismo en pastizales de la región de las colinas de La Pampa. LM: La Mercedes; P25: El Pampa, clausura 25 años (Berrueta 1995); LB: La Baya; SM: San Martín; c y calle= clausura, p= pastoreo

En todos los casos se puede observar una relación entre la profundidad de enterrado de las coronas y la presión de pastoreo (Figuras 4 a y b). Las especies de invierno muestran una profundidad de enterrado creciente conforme aumenta la presión de pastoreo ( $R^2= 0.78$  y  $0.72$  para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* respectivamente,  $P < 0.05$ ). Los menores valores de enterrado 1.6 y 2.5 cm para *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* coincidieron con las menores presiones de pastoreo o con las situaciones de clausura, mientras que los mayores valores de enterrado oscilaron en 4 y 5.8 cm respectivamente y coincidieron con las mayores presiones y frecuencias de pastoreo (Figura 4 a).

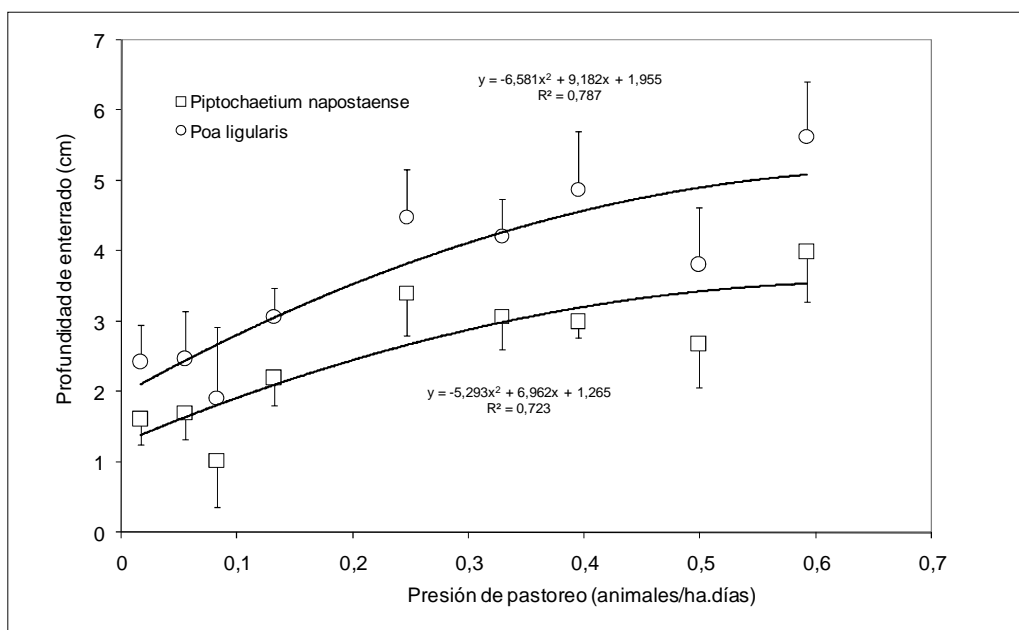


Figura 4 a. Relación entre la profundidad de enterrado de las coronas (cm) y la Presión de pastoreo (Animales/ha.día) para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* en pastizales de la región semiárida central de Argentina

En las especies que vegetan en verano se observa un comportamiento similar hasta presiones de pastoreo intermedias, donde las coronas aumentan su profundidad de enterrado hasta un momento o presión de pastoreo a partir del cual se mantienen o comienzan a disminuir su profundidad de enterrado con las mayores presiones de pastoreo (Figura 4 b)

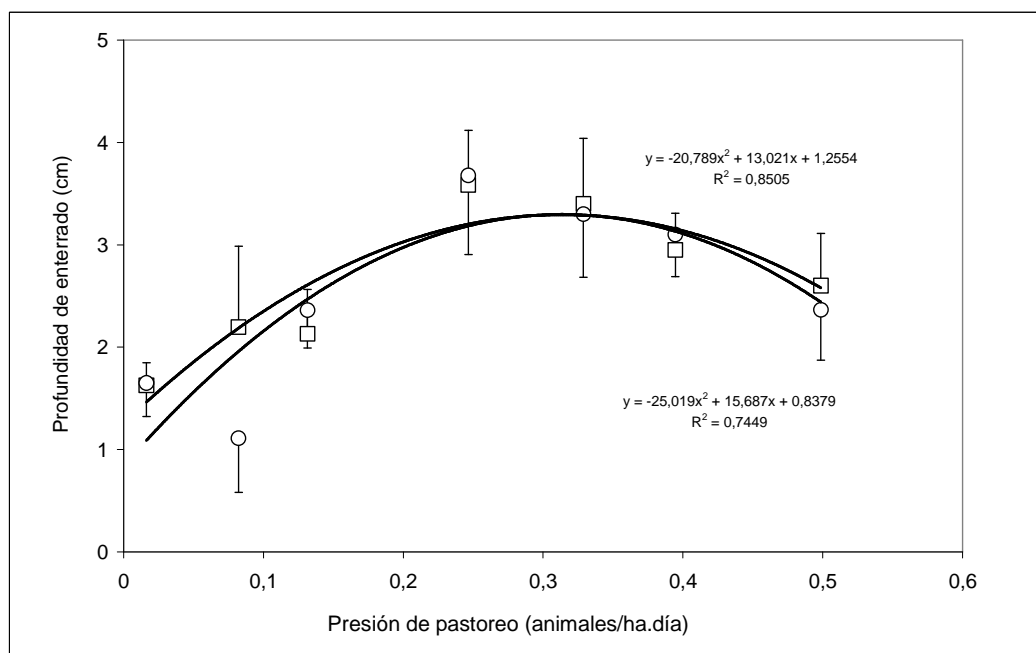


Figura 4 b. Relación entre la profundidad de enterrado de las coronas (cm) y la Presión de pastoreo (Animales/ha.día) para *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* en pastizales de la región semiárida central de Argentina

Esto podría explicarse por el tipo de manejo que se realiza en la región, donde la mayor presión de pastoreo se realiza durante los meses de otoño-invierno, dejando mas descansados a los meses de primavera-verano, por la inclusión de *Eragrostis curvula*. Por ello estas especies podrían responder enterrando sus coronas hasta una cierta presión de pastoreo y luego cuando esta se incrementa, la profundidad de enterrado disminuye porque el pastoreo intenso y continuo reduce la posibilidad de acumulación y/o reposición de reservas.

Junto con la profundidad de enterrado, otro atributo evaluados fue el diámetro de corona (Figura 5, a-b-c). Este parámetro también es afectado por la presión de pastoreo de manera muy notable en *Poa ligularis* y en *Bothriochloa springfieldii* ( $R^2= 0.70$  y  $0.88$  respectivamente) mientras que en *Piptochaetium napostaense* y en *Digitaria californica* este efecto es menos evidente ( $R^2=0.10$  y  $0.45$  respectivamente). En las especies de invierno, un aspecto importante a destacar es que con presiones intermedias de pastoreo las coronas tienden a ser más pequeñas y se observa menor variabilidad en el diámetro de las mismas (Figura 5, a-b). Por otra parte y para estas mismas especies, en los extremos del gradiente de pastoreo se observan los mayores diámetros de coronas y los mismos presentan mayor variabilidad.

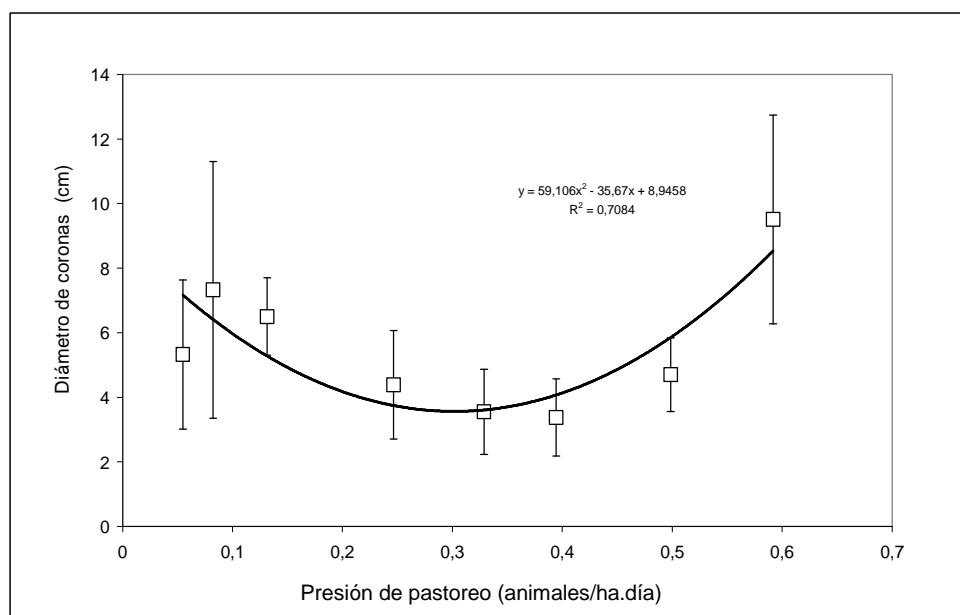


Figura 5a. Relación entre el diámetro de corona de *Poa ligularis* y la Presión de pastoreo (Animales/ha.día) en áreas de pastizal bajo de la región semiárida central de Argentina

No es una coincidencia en que los diámetros de corona mas afectados por la presión de pastoreo sean los de *Poa ligularis* y los de *Bothriochloa springfieldii*, ya que ambas especies son muy apetecidas por el ganado domestico. Mientras que *Piptochaetium napostaense* y *Digitaria*



*californica* son consumidas cuando las anteriores son menos abundantes en el pastizal o ya fueron pastoreadas. Por otra parte, es importante destacar que las especies estivales podrían tener menor tolerancia al pastoreo ya que debido a las estrategias de manejo en la región con el pasto llorón, son comparativamente mucho menos pastoreadas que poa y flechilla. Sería esperable en estas dos últimas una mejor aclimatación y tolerancia al pastoreo

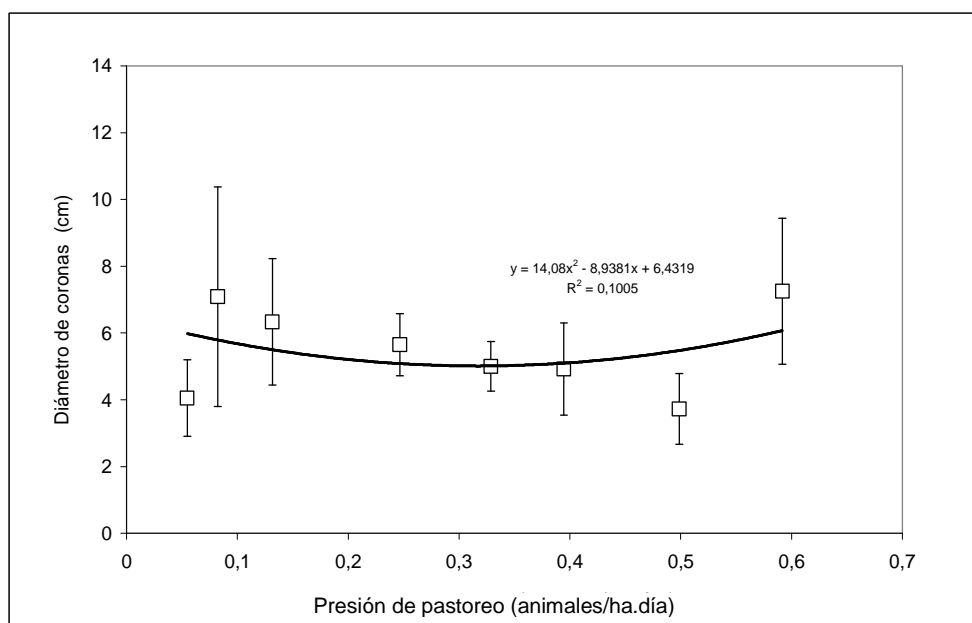


Figura 5 b. Relación entre el diámetro de corona de *Piptochaetium napostaense* y la Presión de pastoreo (Animales/ha.día) en áreas de pastizal bajo de la región semiárida central de Argentina

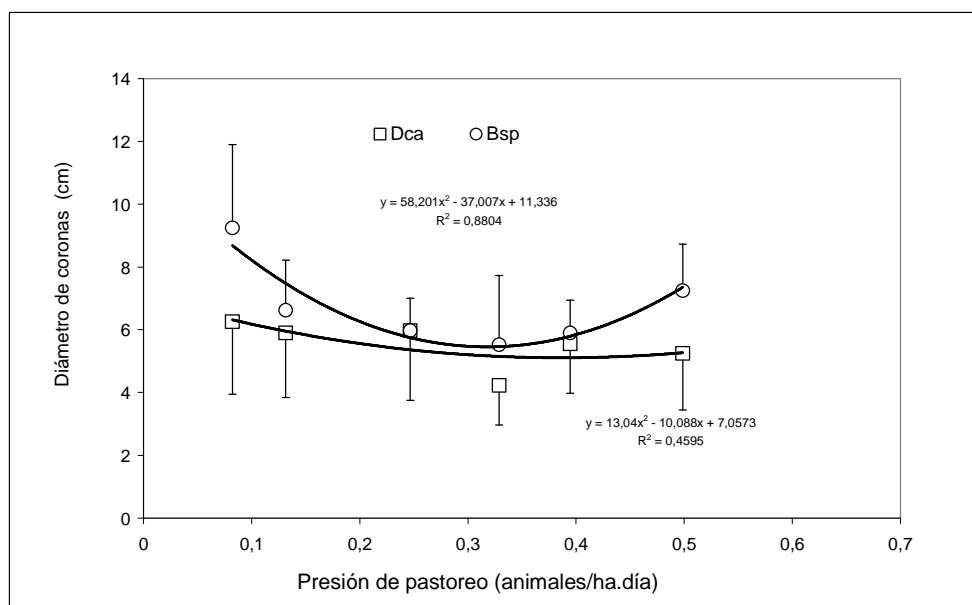


Figura 5 c. Relación entre el diámetro de corona de *Bothriochloa springfieldii* y *Digitaria californica* con la Presión de pastoreo (Animales/ha.día) en áreas de pastizal bajo de la región semiárida central de Argentina

Estos resultados coinciden con lo reportado por la bibliografía respecto al efecto homogenizador del pastoreo a presiones intermedias (Sala *et al.*, 1986). Mientras que en los extremos del gradiente de pastoreo se pondrían en evidencia otros procesos fisiológicos que afectarían el desarrollo de las matas. Cuando el pastoreo es continuo e intenso, las matas son pastoreadas y sobrepastoreadas, visitadas más de una vez por los herbívoros que consumen permanentemente sus rebrotes. Frente a esta situación las matas tienden a no florecer y se mantienen en un estado de “macollaje permanente” por ruptura de dominancia apical y mayor llegada de luz a los puntos de crecimiento, con lo que incrementa el tamaño de las matas en cuanto a su diámetro. Por otra parte, este mismo proceso llevaría a un agotamiento de reservas de los macollos más viejos (del centro de la mata) y la muerte de los mismos, con lo que las matas de grandes diámetros tienden a dividirse y conforman tres o más matas hijas de diámetros más pequeños (Briske & Derner. 1998).

En el otro extremo del gradiente, es decir en ausencia de pastoreo o con muy bajas presiones y descansos muy prolongados, las matas de gramíneas tenderían a crecer en diámetro por la producción de nuevos macollos mientras que los macollos más viejos irían floreciendo y entrando en un proceso de senescencia. De esta manera la parte central de las matas tiende a morir y se produce una reproducción clonal por división de matas (Figura 10).

De esta manera y en ambos extremos del gradiente de pastoreo, conviven matas que aún no se han dividido y otras que si lo han hecho con lo que produce una gran variabilidad en el

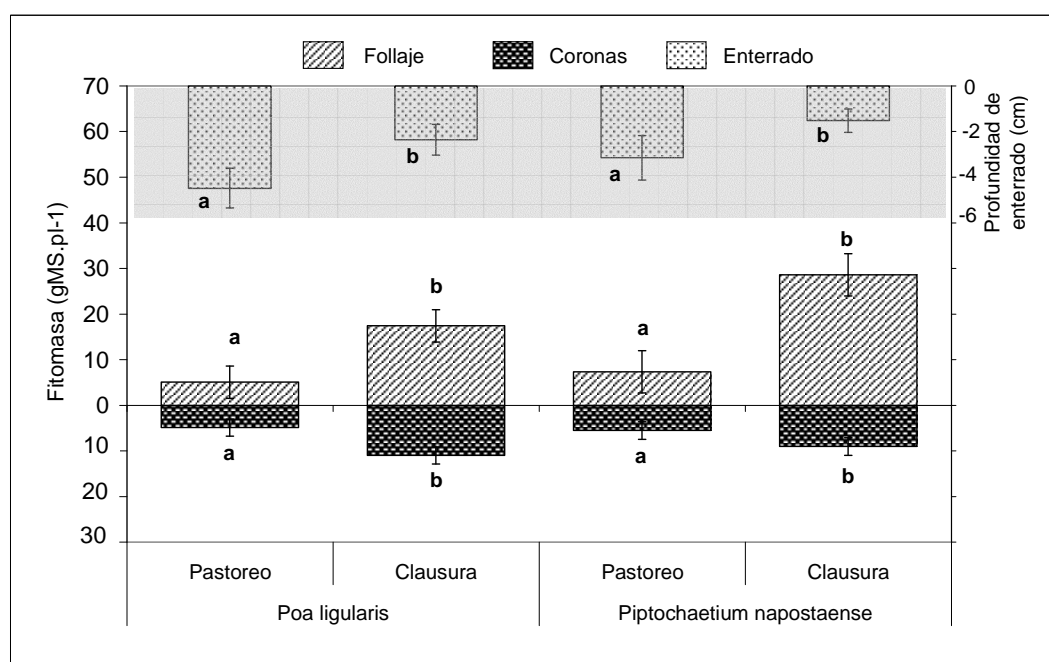


Figura 6a. Profundidad de enterrado, fitomasa aérea y de coronas para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* en situación de pastoreo y de clausura

tamaño de los diámetros.

En la figura 6 se sintetizan los resultados obtenidos para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* (a) y para *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* (b) sobre fitomasa aérea y subterránea promedio por planta junto con la profundidad de enterrado promedio para situaciones de pastoreo y de clausura.

Respecto a las especies de invierno (Figura 6 a), se observa que el contenido de fitomasa por planta es inferior en situaciones de pastoreo, sobre todo en *Poa ligularis* donde la relación entre fitomasa aérea y subterránea se halla cercana a 1. Al mismo tiempo se puede observar que la profundidad de enterrado promedio de las plantas en situaciones de pastoreo difiere de aquellas que crecen en ausencia del mismo o con presiones muy bajas. Se destaca *Poa ligularis* en situaciones de

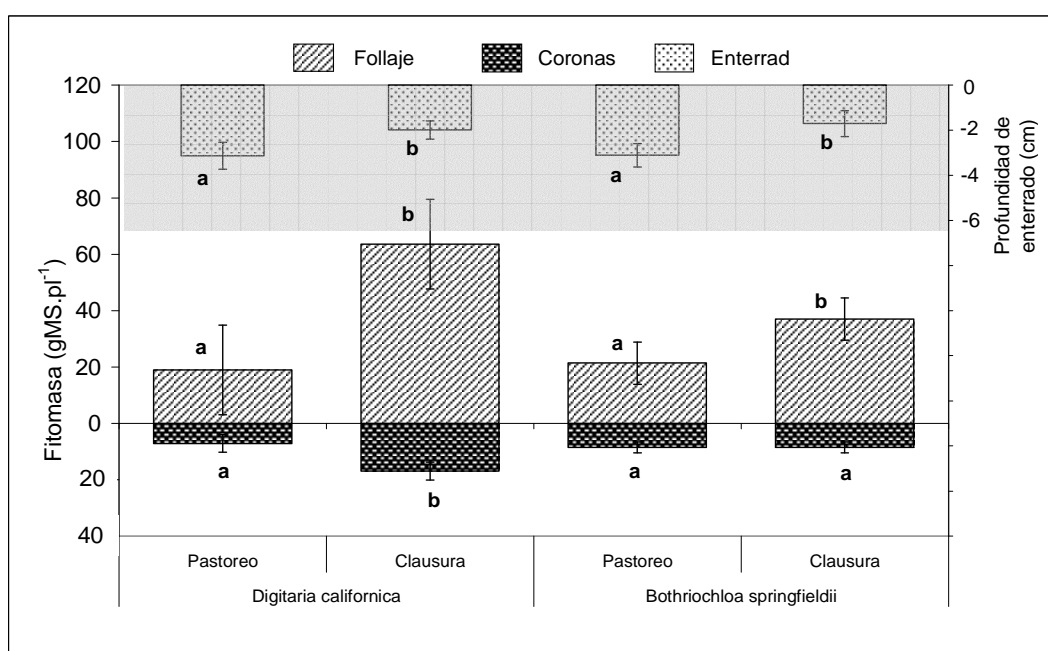


Figura 6b. Profundidad de enterrado, fitomasa aérea y de coronas para *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* en situación de pastoreo y de clausura

pastoreo que posee sus coronas significativamente más enterradas.

En cuanto a las especies de verano (Figura 6b), tanto en *Digitaria californica* como en *Bothriochloa sprignfieldii* se observan menores contenidos de fitomasa aérea en las plantas provenientes de potreros en situación de pastoreo ( $P < 0.05$ ). En *Digitaria californica* se observan mayores contenidos de fitomasa subterránea en situación de clausura, pero no ocurre lo mismo con las plantas de *Bothriochloa sprignfieldii* donde la fitomasa de coronas es similar en ambas situaciones, aún cuando las plantas en situación de pastoreo poseen sus coronas significativamente más enterradas. Esto podría explicarse a partir de un incremento en el diámetro de las coronas con la presión de pastoreo para *Botrhioclhoa springfieldii* (Figura 5c) y en consecuencia su volumen de

enterrado que explica un 72,7 % de la fitomasa de corona enterrada (Figura 9b). Por el contrario, en *Digitaria californica* el diámetro de corona no es afectado por la presión de pastoreo (Figura 5c) y el volumen de enterrado explica solo un 42.8 % de la fitomasa de corona enterrada (Figura 9b).

Comparando los atributos medidos entre las especies de verano y las de invierno, los resultados obtenidos muestran en general que las plantas de *Bothriochloa springfieldii* y *Digitaria californica* poseen mayor fitomasa y se encuentran enterradas a profundidad similar que *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense*.

Una posible explicación a estas diferencias observadas entre las especies de invierno y de verano podría ser el efecto recurrente de los herbívoros sobre las plantas de las especies invernales en los estados fenológicos vegetativo y reproductivo, mientras que las plantas de las especies estivales raramente son pastoreadas en momentos de plena actividad fisiológica. Esto posiblemente esté relacionado con los manejos rotativos del pastoreo del campo natural con megatérmicas cultivadas (generalmente *Eragrostis curvula*). Por otra parte, la mayor profundidad de enterrado de *Poa ligularis* y los menores contenidos de fitomasa aérea y subterránea observados en las plantas provenientes de áreas pastoreadas, podría deberse a que esta especie es una forrajera muy apetecida por el ganado domestico y, en consecuencia muy consumida aún a bajas presiones de pastoreo, comparativamente con las otras especies forrajeras del pastizal natural.

A fin de observar de que manera el pastoreo podría afectar el crecimiento de las plantas, se calculó la fitomasa (aérea y subterránea) relativa al tamaño de las coronas (Figura 7 a y b).

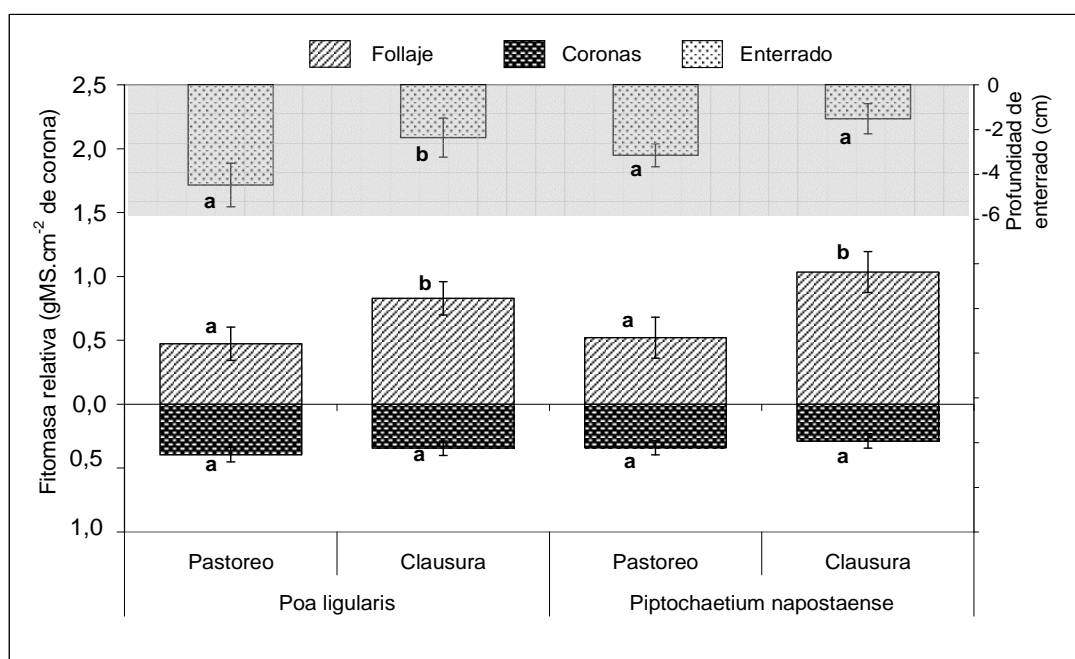


Figura 7 a. Profundidad de enterrado y fitomasa aérea y de coronas relativa a la superficie de coronas para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* en situaciones de pastoreo y de clausura

En cuanto a las especies de invierno, no se observan diferencias en el contenido de fitomasa subterránea por unidad de corona, ni entre las especies ni entre las situaciones de pastoreo o clausura (Figura 7 a). Solamente se observan diferencias en el contenido relativo de fitomasa aérea entre las situaciones de pastoreo y de clausura, siendo mayor en esta última. Si bien hasta el momento estas plantas aún no habían sido pastoreadas luego del descanso anual, se evidencia el efecto del pastoreo recurrente en períodos anteriores en el menor contenido de fitomasa aérea por unidad de superficie de corona. Aún cuando se espere lo contrario debido a la eliminación del material muerto y del sombreado por parte del pastoreo, posiblemente esté relacionado con una menor disponibilidad de área foliar para su recuperación luego del pastoreo.

Respecto a las especies de verano, se observan diferencias entre las situaciones de pastoreo y clausura tanto en el contenido de fitomasa aérea como subterránea por unidad de superficie corona (Figura 7 b). En *Digitaria californica* los contenidos de fitomasa por unidad de superficie de corona fueron superiores en las áreas de clausura, mientras que en *Bothriochloa springfieldii* se observa una situación diferente, el contenido relativo de fitomasa aérea fue superior en el área clausurada mientras que el contenido relativo de fitomasa de coronas fue superior en las áreas con pastoreo.

Comparando el contenido de fitomasa por unidad de corona entre las especies de invierno y verano, se puede observar que no habría grandes diferencias en cuanto a la fitomasa subterránea pero sin embargo, en cuanto a la fitomasa aérea, se observa un mayor contenido por unidad de

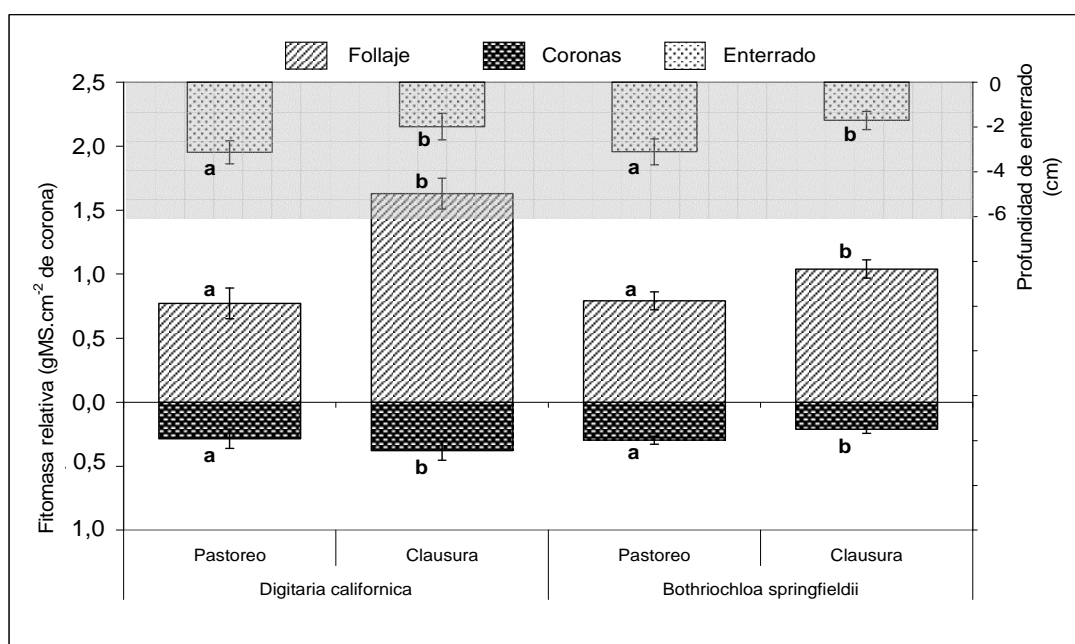


Figura 7 b. Profundidad de enterrado y fitomasa aérea y de coronas relativa a la superficie de coronas para *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* en situaciones de pastoreo y de clausura.

corona en las especies estivales. Posiblemente esta situación se encuentre relacionada con el tipo de metabolismo fotosintético de estas especies, la mayor disponibilidad de agua durante la estación de crecimiento y de la menor extracción de material vegetal por parte de los herbívoros.

Estos resultados estarían mostrando que bajo pastoreo, las plantas forrajeras estudiadas serían de menor tamaño (Figura 6 a y b), y en términos absolutos tendrían una producción de fitomasa aérea y subterránea, por unidad de corona, similar a las plantas que se encuentran en situación de clausura (Figura 7 a y b). Ahora bien, si se tiene en cuenta que las plantas en condiciones de pastoreo están más enterradas y poseen menor cantidad de fitomasa por planta, o sea son más pequeñas, entonces el hecho de poseer similar producción por unidad de corona podría ser un mecanismo para responder al pastoreo o una vía de agotamiento de las reservas previo a la disminución de tamaño hasta muerte de las mismas.

Por otra parte, las diferencias en la profundidad de enterrado podrían también indicar que en casos de pastoreo existe una mayor inversión vertical posiblemente para asegurar pocos macollos (predominan plantas de tamaño pequeño y difíciles de desarraigar) mientras en ausencia de pastoreo la inversión es horizontal para mayor número de macollos (predominan plantas grandes y fáciles de desarraigar)

A partir del diámetro de corona y la profundidad de enterrado se calculó para cada planta el volumen de corona que está enterrado y se lo relacionó con la presión de pastoreo. En la figura 8 se puede observar que el volumen de coronas que está enterrado se encuentra relacionado con la presión de pastoreo.

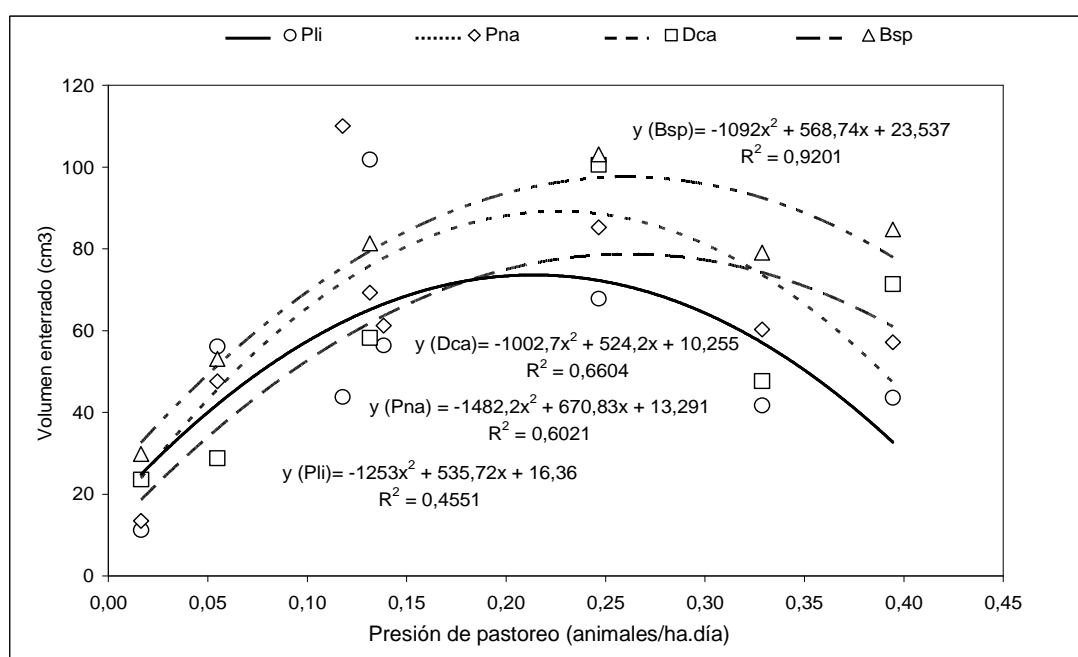


Figura 8. Relación entre el Volumen enterrado y la Presión de pastoreo para *Poa ligularis* (Pli), *Piptochaetium napostaense* (Pna), *Digitaria californica* (Dca) y *Bothriochloa springfieldii* (Bsp)

Tanto a presiones de pastoreo bajas como altas, los volúmenes de corona enterradas tienden a ser más bajos que a presiones intermedias. Posiblemente el volumen de enterrado se halle relacionado con la cantidad de reservas que disponen las plantas de acuerdo con la presión de pastoreo que han recibido. En situaciones de bajas presiones de pastoreo, las plantas no requerirían importantes reservas para funcionar ya que al sufrir poca extracción de área foliar los individuos pueden persistir a través de la fotosíntesis que realizan mediante el área foliar remanente. En situaciones de presiones de pastoreo más severas, los volúmenes de coronas enterradas tienden a disminuir debido principalmente a una disminución en el tamaño de las coronas, posiblemente como consecuencia de un agotamiento de las reservas ya que los individuos se ven forzados permanentemente a hacer uso de las mismas para rebrotar ya que el área foliar remanente sería inferior al requerido por las plantas. Sería posiblemente la situación previa a la desaparición de las plantas de la comunidad. En situaciones de presiones de pastoreo intermedias se observan los mayores volúmenes de corona enterrados y, coincidiría con los diámetros de coronas más homogéneos en su tamaño (Figura 5 a, b y c). Esta sería posiblemente la situación en la cual las plantas forrajeras podrían persistir en la comunidad bajo condiciones de pastoreo por períodos cortos a lo largo del año. De esta manera, las plantas forrajeras serían capaces de rebrotar luego de un pastoreo intenso y desarrollar un área foliar suficiente como para recomponer las reservas y llevar adelante la totalidad de los procesos fisiológicos necesarios para persistir en la comunidad. En otras palabras en situaciones de presión de pastoreo intermedias pareciera existir un delicado equilibrio entre el volumen de coronas enterradas, la cantidad de reservas disponibles, el pastoreo y la recuperación de las plantas que asegura la persistencia de las mismas en la comunidad.

En la figura 9 se observa la relación entre la fitomasa enterrada y el volumen de corona para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* (a) y *Bothriochloa springfieldii* y *Digitaria californica* (b). En el caso de las especies de invierno, el volumen de enterrado explica en un 41 y 57 % (*Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* respectivamente) el contenido de fitomasa de las coronas. En el caso de las especies estivales el volumen explica 43 y 72 % de la fitomasa contenida en las coronas (*Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* respectivamente). Las dos especies más apetecidas por el ganado, y en consecuencia las más pastoreadas, tienen las mayores valores de explicación de la fitomasa enterrada por el volumen de sus coronas. Posiblemente ello se deba a que exista en sus coronas menores cantidades de material muerto proveniente de los macollos más viejos o que al ser más pastoreadas durante la época reproductiva la mayoría de los macollos no florecen y en consecuencia en las coronas habría mayor proporción de biomasa por unidad de volumen. Por el contrario en *Digitaria californica* y *Piptochaetium napostaense*, durante la época reproductiva serían menos pastoreadas, posiblemente por la dureza de sus cañas, por lo cual muchos

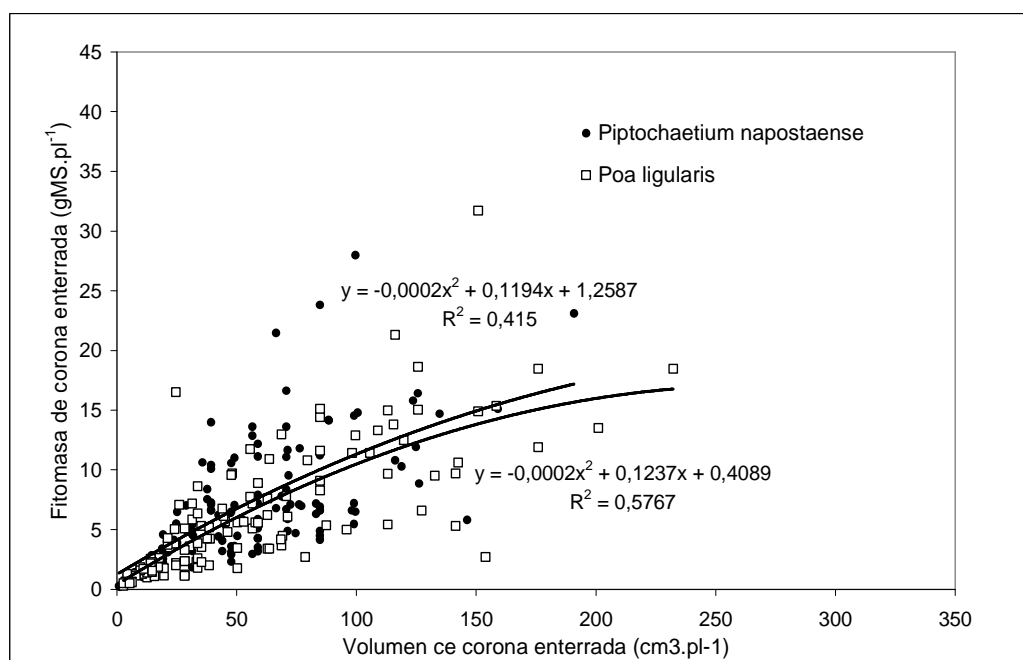


Figura 9 a. Relación entre la fitomasa enterrada de coronas y el volumen enterrado de coronas para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense*

macollos culminarían su estado reproductivo y luego morirían, de esta manera poseen menores cantidades de biomasa por unidad de volumen y al momento del pesaje este material muerto fue retirado.

Es bien sabido que las reservas de las gramíneas están contenidas en la cantidad de materia seca que se halla entre las coronas propiamente dichas y el nivel del suelo (carbohidratos no estructurales). En tal sentido, el volumen que constituyen el diámetro de las coronas y su profundidad de enterrado constituye un elemento muy importante a tener en cuenta ya que guarda relación con la cantidad de fitomasa que contiene, en otras palabras sería un buen indicador de la cantidad de reservas con que cuenta una planta (Briske y Derner, 1998). Por lo tanto, de su fórmula de cálculo, el diámetro de las coronas aparece como el elemento más importante para inferir el volumen enterrado de las plantas y en consecuencia el tamaño de sus reservas. Cabe recordar que el diámetro tiene una relación potencial con el volumen mientras que la profundidad de enterrado es lineal. Esto hace pensar que las plantas a medida que incrementan el tamaño de sus diámetros aumentarían potencialmente la cantidad de sus reservas no así la profundidad de enterrado que aparece como menos importante a la hora de considerar este atributo. Si el comportamiento de las plantas con respecto a sus reservas tiene tan importante relación con el diámetro de sus coronas, sería justamente este elemento el que juega un papel fundamental a la hora de la división de matas, cuando la parte central de las mismas muere por diferentes motivos (floración, agotamiento de reservas, etc) y quedan matas de tamaño más pequeño, las que en estas condiciones serían mucho más vulnerables a la acción del pastoreo. Posiblemente esta situación, la división de matas y el



pastoreo, sería una de las principales consecuencias de la desaparición de las especies forrajeras en los pastizales de la región semiárida. De hecho, en aquellos potreros que han tenido pastoreo mas intenso, las especies forrajeras (especialmente *Poa ligularis*) son poco frecuentes y se presentan como plantas de diámetros pequeños y coronas profundamente enterradas. Todo esto resulta de gran importancia a la hora de definir el manejo de estos pastizales, ya que no es lo mismo el establecimiento de nuevas plantas que la división de matas adultas para mantener una comunidad dominada por especies forrajeras. En otras palabras, es necesario considera siempre el periodo reproductivo para repoblamiento a partir de semillas y evitar el envejecimiento prematuro de las matas a través de largos descansos y floraciones todos los años.

Los resultados podrían indicar que las especies forrajeras de los pastizales de la Región Semiárida Central de Argentina, que crecen bajo condiciones de pastoreo tienden a favorecer cierto desarrollo en profundidad de las coronas y, con ello, contribuye a la protección de los puntos de crecimientos basales de la acción del pastoreo y condiciones ambientales adversas (Figura 10). Este crecimiento diferente en profundidad de las especies forrajeras en situaciones de pastoreo podría intentar explicarse por la acción erosiva del pisoteo del ganado y la acumulación de material edáfico alrededor de las matas, con lo cual el mecanismo de enterrado de coronas y protección de los puntos de crecimiento no sería tal. Si ello fuera así, entonces la profundidad de enterrado de las “pajas” también debería ser afectada de igual manera y sin embargo ello no fue observado. Otra posibilidad

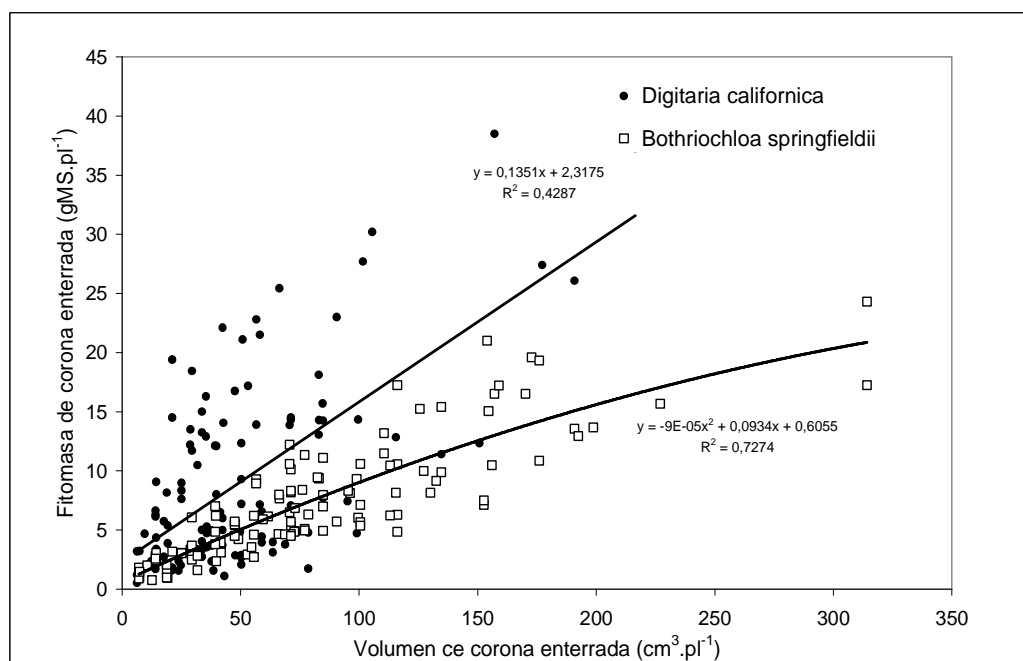


Figura 9 b. Relación entre la fitomasa enterrada de coronas y el volumen enterrado de coronas para *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii*

para explicar esta diferencia de enterrado de las coronas de las especies forrajeras sería el establecimiento de las plántulas a diferente profundidad en el suelo y que posteriormente el ganado

en condiciones de pastoreo sea el responsable de arrancar aquellos individuos menos enterrados. Esta situación no sería sustentada por la dinámica de establecimiento de las especies en condiciones naturales, donde por un lado, las semillas de *Piptochaetium napostaense* se auto entierran a profundidad similar que va de 0 a 2 cm (Ernst *et al*, 2011) y por otro lado, las de *Poa ligularis* (Ernst *et al*, 2011), *Bothriochloa springfieldii* y *Digitaria californica*, son depositadas sobre el suelo o la broza desde donde se inicia el proceso de germinación cuando las condiciones ambientales son adecuadas. Es decir que todas las especies germinarían sus semillas desde la superficie y no habría posibilidades de un establecimiento diferencial de los individuos tan marcado

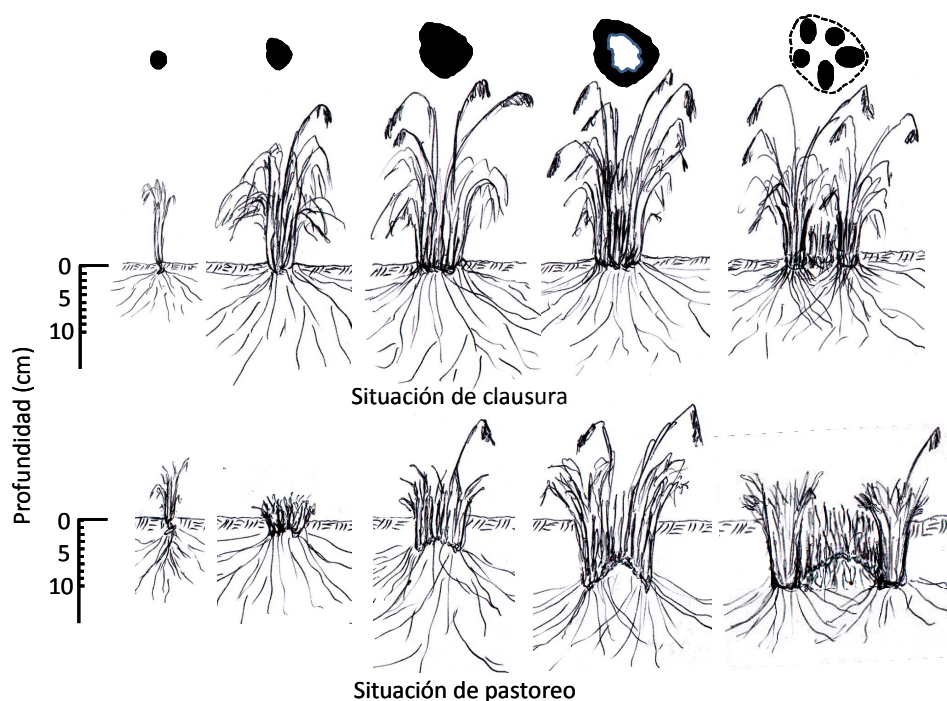


Figura 10. Modelo conceptual de la dinámica de la estructura de las plantas en situaciones de pastoreo y de clausura (adaptado de BRISKE & DERNER, 1998)

que diferencie posteriormente plantas con enterrado de coronas hasta 7 cm como los encontrados en el presente trabajo. El enterrado sería un proceso posterior donde seguramente la presencia del ganado es un factor explicativo de importancia.

## CONCLUSIONES

De acuerdo a lo dicho anteriormente, sería posible esperar entonces que luego de establecidas las especies forrajeras y bajo condiciones de pastoreo, los nuevos macollos que vayan incorporándose en la periferia de las coronas, lo hagan paulatinamente a mayor profundidad. Y con el correr del tiempo, daría como resultado plantas con las coronas mas enterradas. Ya que en estas condiciones, los puntos de crecimiento resultarían más protegidos de la acción del pastoreo, y a su vez contribuirían a una mayor cantidad de reservas, que podrían asegurar la persistencia de las

plantas en condiciones de pastoreo. Sobre todo, cuando las matas se dividen y quedan clones de diámetros pequeños.

Estos cambios morfofisiológicos deberían ser considerados a la hora de efectuar decisiones de manejo fundamentalmente referido a las cargas animal empleadas, y al periodo de utilización de los potreros, de manera tal que no se vea afectada la receptividad del pastizal a través de la posible desaparición de las plantas forrajeras en el tiempo.

El conocimiento de la fisiología de los cambios morfológicos podría brindarnos nuevos elementos para poder profundizar con la temática.

Con lo analizado existiría información preliminar para poder tomar a este parámetro como indicador de grado de uso de los potreros cubiertos con pastizal natural, transformándose en una útil herramienta para los productores y técnicos que desarrollen sus actividades en estas áreas.

## **BIBLIOGRAFIA**

- BERRUETA M.A. 1996. Diferencias estructurales producidos por pastoreo y no pastoreo de grandes herbívoros en una comunidad de pastizal bajo en la región semiárida pampeana. Beca de iniciación a la Investigación Facultad de Agronomía UNLPam.
- BERTILLER M.B., A.J. BISIGATO, A.C. CARRERA, H.F. DEL VALLE. 2004. Estructura de la vegetación y funcionamiento de los ecosistemas del Monte chubutense. *Bol Soc Arg Bot* 39:139–158
- BISIGATO A., M. BERTILLER, J. ARES y E. PAZOS. 2005. Effects of grazing on plant patterns in arid ecosystems of the Patagonian Monte. *Eography* 28: 561-572.
- BRISKE D.D. & J.D. DERNER. 1998. Clonal biology of caespitose grasses. In *Population biology of grasses*. Ed. Cheplick G.P. Cambridge University Press, Nueva Cork. Pp 106-135.
- BRISKE D.D. 1991. Developmental morphology and physiology of grasses. In: R.K. Heitschmidt and J.W. Stuth (Eds.) *Grazing Management: an ecological perspective*. Timber Press, Portland, Oregon, USA. 11-26.
- BRISKE D.D. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: J. Hordgson and A.W. Illius (eds.). *The ecology and Management of Grazing Systems*. CAB International, UK. 37-66
- CABRERA A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enc. Arg. Agr. y Jard. Tomo II, Fasc. 2*. Acme. Buenos Aires.
- CANO A.E. 1988. Pastizales naturales de La Pampa. Tomo I: Descripción de las especies más importantes. *Convenio AACREA – Provincia de La Pampa*. 425 pp.
- CANO E., B. FERNANDEZ y M. MONTES. 1980. La Vegetación de la Provincia de La Pampa y Carta de vegetación 1:500000. En *Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la*

Provincia de La Pampa. INTA - Prov. La Pampa - Facultad de Agronomía UNLPam.  
493 pp.

- CARRILLO J. 2003. Manejo de pasturas. EEA Balcarce, Argentina. Ediciones INTA. 457 p.
- CHANETON E.J.; S.B. PERELMAN; M. OMACINI y R.J.C. LEON. 2002. Grazing, environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate pampa grasslands. *Biol. Inv.* 4:7-24.
- DIAZ S., I. NOY-MEIR y M. CABIDO. 2001. Can grazing response of herbaceous plant be predicted from simple vegetative traits. *J. Applied Ecol.* 38:497-508
- DIAZ S., S. LAVOREL, S. McINTYRE, V. FALCZUK, F. CASANOVES, D. MILCHUNAS, C. SKARPE, G. RUSCH, M. STEMBERG, I. NOY-MEUR, J. LANDSBERG, W. ZHANG, H. CLARK y B.D. CAMPBELL. 2007. Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global Change Biology* 13:313-341.
- ERNST R., E. MORICI, W. MUIÑO, M.A. BERRUETA y P. LERNER. 2011. “Effect of burning on the germinable seed bank”. Abril 2011. IX International Rangeland Congress. Rosario. Santa Fe.
- ESTELRICH H.D., A.E. CANO. 1996. Dinámica de la degradabilidad ruminal "in sacco" de la fitomasa aérea de especies nativas de la región semiárida pampeana (Argentina). *Rev.Fac.Agron. UNLPam* Vol. 9 (1).
- ESTELRICH H.D., C.C. CHIRINO, E.F MORICI y B. FERNANDEZ. 2005. Dinámica de áreas naturales cubiertas por bosque y pastizal en la región semiárida central de Argentina - Modelo Conceptual. En: *Heterogeneidad de la Vegetación. Libro homenaje a Rolando LEON (PARUELO J., M. OESTERHELD y M. AGUIAR Eds.)*.
- LOYDI A. y R. DISTEL. 2010. Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del sistema Ventania, Buenos Aires. *Ecol. Austral* 20:281-291.
- MILCHUNAS D.G., O.E. SALA y W.K. LAUENROTH. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *Am. Nat.*, 132:87-106.
- MORICI E.F., A. KIN, M. MAZOLA, R.D. ERNST y S. POEY. 2006. Efecto del pastoreo sobre las gramíneas perennes *Piptochaetium napostaense* y *Poa ligularis* en relación con la distancia a la aguada. *Rev.Fac.Agron. UNLPam* 17: 1-13

- MORICI E.F., R.D. ERNST, A. KIN, D. ESTELRICH, M. MAZOLA y S. POEY. 2003. Efecto del pastoreo en un pastizal semiárido de Argentina según la distancia a la aguada. *Archivos de Zootectina* 52: 59-66.
- MURPHY, J.S. and D.D. BRISKE. 1992. Regulation of tillering by apical dominance: Chronology, interpretative value, and current perspectives. *Journal of Range Management* 45:419-430
- NAZAR ANCHORENA J.B. 1988. Manejo de Pastizales naturales de La Pampa. Tomo II. Convenio AACREA – Provincia de La Pampa. 425 pp.
- OLFF H. y M.E. RITCHIE. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. *TREE*, 13:261-265.
- RUSCH G.M. y M. OESTERHELD. 1997. Relationship between productivity, and species and functional groups diversity in grazed and non-grazed Pampas grasslands. *Oikos*, 78:519-526.
- SALA O.E., M. OESTERHELD, R.J.C. LEON y A. SORIANO. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetatio*, 67:27-32.

#### AGRADECIMIENTOS

Julio Zapico, Tomas Berongharay, Eduardo Elizondo,  
Ricardo Ernst, Bedulia Coronado, Jorge Orias Solis, Edwin Portal Rivera, Francisco Babinec,  
Valeria Belmonte.

# **ANEXO**

## **ANALISIS ESTADISTICOS**

## FITOMASA AEREA Y DE CORONAS

**Análisis de la varianza: Fitomasa coronas Piptochaetium napostaense**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FcPna	100	0,04	0,03	58,90

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	104,78	1	104,78	4,51	0,0363
Lugar	104,78	1	104,78	4,51	0,0363
Error	2279,38	98	23,26		
Total	2384,16	99			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,93375**

Error: 23,2589 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.	
1,00	7,35	60	0,62	A
2,00	9,44	40	0,76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Fitomasa aérea Piptochaetium napostaense**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FaPna	100	0,43	0,42	60,03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9796,41	1	9796,41	73,58	<0,0001
Lugar	9796,41	1	9796,41	73,58	<0,0001
Error	13048,37	98	133,15		
Total	22844,79	99			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=4,62670**

Error: 133,1467 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.	
1,00	11,14	60	1,49	A
2,00	31,34	40	1,82	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Fitomasa de coronas Poa ligularis**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FcPli	100	0,28	0,28	64,04

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	843,29	1	843,29	39,02	<0,0001
Lugar	843,29	1	843,29	39,02	<0,0001
Error	2118,17	98	21,61		
Total	2961,46	99			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,86412**

Error: 21,6140 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.	
1,00	4,89	60	0,60	A
2,00	10,82	40	0,74	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Fitomasa aérea Poa ligularis**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FaPli	100	0,40	0,40	80,92

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5247,20	1	5247,20	66,42	<0,0001
Lugar	5247,20	1	5247,20	66,42	<0,0001
Error	7742,58	98	79,01		
Total	12989,78	99			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,56399**

Error: 79,0060 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.
1,00	5,07	60	1,15 A
2,00	19,86	40	1,41 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Fitomasa de coronas Digitaria Californica**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FcDca	100	0,19	0,18	76,84

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1428,32	1	1428,32	23,24	<0,0001
Lugar	1428,32	1	1428,32	23,24	<0,0001
Error	6021,76	98	61,45		
Total	7450,09	99			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,14308**

Error: 61,4466 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.
1,00	7,12	60	1,01 A
2,00	14,83	40	1,24 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Fitomasa aerea Digitaria californica**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FaDca	100	0,32	0,31	97,25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	71571,47	1	71571,47	45,45	<0,0001
Lugar	71571,47	1	71571,47	45,45	<0,0001
Error	154334,52	98	1574,84		
Total	225905,99	99			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15,91200**

Error: 1574,8421 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.
1,00	18,96	60	5,12 A
2,00	73,57	40	6,27 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Fitomasa de coronas Botrhichloa sprinfieldii**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FcBsp	100	0,01	0,00	57,97



**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21,67	1	21,67	0,98	0,3257
Lugar	21,67	1	21,67	0,98	0,3257
Error	2176,71	98	22,21		
Total	2198,38	99			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,88970**

Error: 22,2113 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.	
2,00	7,56	40	0,75	A
1,00	8,51	60	0,61	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Fitomasa aérea Botrhichloa sprinfieldii**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
FaBsp	100	0,15	0,14	67,64

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6039,04	1	6039,04	17,26	0,0001
Lugar	6039,04	1	6039,04	17,26	0,0001
Error	34282,87	98	349,83		
Total	40321,91	99			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,49949**

Error: 349,8252 gl: 98

Lugar	Medias	n	E.E.	
1,00	21,30	60	2,41	A
2,00	37,17	40	2,96	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**ENTERRADO CORONAS****Análisis de la varianza: Piptochaetium napostaense**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pna	140	0,64	0,64	17,53

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	54,68	1	54,68	245,00	<0,0001
Lugar	54,68	1	54,68	245,00	<0,0001
Error	30,80	138	0,22		
Total	85,49	139			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15752**

Error: 0,2232 gl: 138

Lugar	Medias	n	E.E.	
2,00	1,97	60	0,06	A
1,00	3,24	80	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Poa ligularis**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pli	140	0,62	0,62	16,78

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	93,72	1	93,72	227,80	<0,0001
Lugar	93,72	1	93,72	227,80	<0,0001
Error	56,78	138	0,41		
Total	150,50	139			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21385**

Error: 0,4114 gl: 138

Lugar	Medias	n	E.E.	
2,00	2,88	60	0,08	A
1,00	4,53	80	0,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Digitaria californica**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dca	140	0,63	0,63	19,13

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59,33	1	59,33	236,21	<0,0001
Lugar	59,33	1	59,33	236,21	<0,0001
Error	34,66	138	0,25		
Total	93,98	139			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16709**

Error: 0,2512 gl: 138

Lugar	Medias	n	E.E.	
2,00	1,87	60	0,06	A
1,00	3,18	80	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )**Análisis de la varianza: Botrhichloa sprinfieldii**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bsp	140	0,64	0,63	20,21

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	80,83	1	80,83	242,71	<0,0001
Lugar	80,83	1	80,83	242,71	<0,0001
Error	45,96	138	0,33		
Total	126,79	139			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19240**

Error: 0,3330 gl: 138

Lugar	Medias	n	E.E.
2,00	1,98	60	0,07 A
1,00	3,51	80	0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Pajas**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Paja	140	0,01	5,6E-04	16,25

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,41	1	0,41	1,08	0,3010
Lugar	0,41	1	0,41	1,08	0,3010
Error	53,12	138	0,38		
Total	53,54	139			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,20686**

Error: 0,3850 gl: 138

Lugar	Medias	n	E.E.
1,00	3,77	80	0,07 A
2,00	3,88	60	0,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de componentes principales (ACP)***Datos originales (no estandarizados)**Casos leídos 140**Casos omitidos 0***Variables de clasificación**Caso**Autovalores**

Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	2,47	0,67	0,67
2	0,45	0,12	0,80
3	0,37	0,10	0,90
4	0,20	0,05	0,95
5	0,17	0,05	1,00

**Autovectores**

Variables	e1	e2
Pna	0,44	-0,06
Pli	0,57	0,65
Dca	0,44	-0,36
Bsp	0,53	-0,40
Paja	-0,05	-0,53

## FITOMASA RELATIVA POR UNIDAD DE CORONA

**Análisis de la varianza: Poa ligularis**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pli cor/cm2	120	0,01	0,00	39,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	1	0,02	0,79	0,3758
Lugar	0,02	1	0,02	0,79	0,3758
Error	3,02	118	0,03		
Total	3,04	119			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05780**

Error: 0,0256 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.	
1,00	0,39	60	0,02	A
2,00	0,42	60	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Poa ligularis**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MS aer/cm2	120	0,18	0,18	58,39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,87	1	3,87	26,66	<0,0001
Lugar	3,87	1	3,87	26,66	<0,0001
Error	17,14	118	0,15		
Total	21,01	119			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,13780**

Error: 0,1453 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.	
1,00	0,47	60	0,05	A
2,00	0,83	60	0,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Piptochaetium napostaense**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pna cor/cm2	120	4,7E-04	0,00	46,00

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,3E-03	1	1,3E-03	0,06	0,8145
Lugar	1,3E-03	1	1,3E-03	0,06	0,8145
Error	2,84	118	0,02		
Total	2,85	119			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05614**

Error: 0,0241 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.	
2,00	0,33	60	0,02	A
1,00	0,34	60	0,02	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Piptochaetium napostaense**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Pna Aer/cm2	120	0,36	0,35	52,86

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,52	1	13,52	65,86	<0,0001
Lugar	13,52	1	13,52	65,86	<0,0001
Error	24,23	118	0,21		
Total	37,75	119			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16382**

Error: 0,2053 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.
1,00	0,52	60	0,06 A
2,00	1,19	60	0,06 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Digitaria californica**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dca cor/cm2	120	0,05	0,04	61,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,26	1	0,26	6,23	0,0140
Lugar	0,26	1	0,26	6,23	0,0140
Error	5,01	118	0,04		
Total	5,28	119			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07452**

Error: 0,0425 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.
1,00	0,29	60	0,03 A
2,00	0,38	60	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Digitaria californica**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Dca Aer/cm2	120	0,18	0,18	76,03

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22,23	1	22,23	26,64	<0,0001
Lugar	22,23	1	22,23	26,64	<0,0001
Error	98,48	118	0,83		
Total	120,71	119			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,33029**

Error: 0,8346 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.
1,00	0,77	60	0,12 A
2,00	1,63	60	0,12 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Botrhichloa sprinfieldii**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bsp/coron	120	0,18	0,17	33,34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,19	1	0,19	25,08	<0,0001
Lugar	0,19	1	0,19	25,08	<0,0001
Error	0,87	118	0,01		
Total	1,06	119			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03107**

Error: 0,0074 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.	
2,00	0,22	60	0,01	A
1,00	0,30	60	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )

**Análisis de la varianza: Botrhichloa sprinfieldii**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bsp aer/cm2	120	0,05	0,04	58,45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,89	1	1,89	6,58	0,0116
Lugar	1,89	1	1,89	6,58	0,0116
Error	33,88	118	0,29		
Total	35,77	119			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,19373**

Error: 0,2871 gl: 118

Lugar	Medias	n	E.E.	
1,00	0,79	60	0,07	A
2,00	1,04	60	0,07	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,05$ )