

**ASPECTOS MORFOMÉTRICOS DE LAS PRINCIPALES
ESPECIES DEL PASTIZAL EN DIFERENTES
SITUACIONES DE PASTOREO EN ÁREAS DE
PASTIZALES BAJOS DE LA REGION SEMIÁRIDA
CENTRAL DE ARGENTINA**

Trabajo final de graduación

Berenice Evana CERRATO y María Angélica ELIZALDE

Director
Dr. Daniel ESTELRICH
Co Director
MSc. Ricardo ERNST

Facultad de Agronomía UNLPam
2015

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	3
SUMMARY	4
INTRODUCCIÓN	5
Problemática	6
Hipótesis	6
Objetivos	6
METODOLOGÍA	7
Descripción del área de estudio	7
Trabajo a campo	8
Determinaciones en laboratorio	8
Análisis estadístico	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
<i>Análisis de Componentes Principales</i>	10
<i>Distribución de las plantas en función de los atributos estructurales y de la distancia a la aguada</i>	12
<i>Comparación de los atributos estudiados entre plantas colectadas cerca y lejos de las aguadas</i>	16
<i>Relación entre el peso de los macollos con la densidad y con la profundidad de enterrado</i>	20
<i>Modelo conceptual sobre la dinámica de la estructura de las plantas en condiciones de pastoreo</i>	24
CONCLUSIONES	28
CONSIDERACIONES FINALES	28
AGRADECIMIENTOS	30
BIBLIOGRAFÍA	31
ANEXOS	34

RESUMEN

El pastoreo ha alterado drásticamente la composición florística de los pastizales en la región semiárida pampeana y también su producción primaria neta aérea. Algunas especies que integraron las comunidades prístinas han persistido hasta la actualidad, aún cuando las condiciones para resistir al pastoreo y presión del mismo constituyeron presiones negativas para su evolución. ¿Cómo han tolerado las plantas forrajeras de esta región el pastoreo de los herbívoros domésticos?. Una posible explicación sería que las forrajeras nativas modificarían su arquitectura frente al pastoreo, con sus coronas y por consiguiente sus macollos más enterrados, tendrían menor número de macollos y mayor fitomasa. El objetivo de este trabajo es evaluar la profundidad de enterrado, el número de macollos, el diámetro de corona y la fitomasa enterrada de las especies forrajeras de invierno *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* y, de las de verano *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii* en dos distancias respecto a la aguada: cerca y lejos. En cuatro establecimientos de la región de las colinas se seleccionaron dos potreros y en cada uno se extrajeron 20 ejemplares de las especies mencionadas cerca y lejos de la aguada sobre los que se realizaron las mediciones señaladas. En las especies estivales no se observan cambios significativos en la arquitectura de las plantas cerca o lejos de la aguada. Por el contrario, en las especies invernales se observó mayor profundidad de enterrado cerca de las aguadas, menor densidad de macollos y mayor peso de los mismos. Se observó una relación directa entre el peso de macollos con la profundidad de enterrado de las coronas e inversa respecto a la densidad de los mismos. Estos resultados podrían indicar que las especies forrajeras de los pastizales de la región semiárida pampeana, que crecen bajo condiciones de pastoreo son capaces de perpetuarse porque tienden a favorecer el desarrollo en profundidad de las coronas, con menor número de macollos de mayor peso y, con ello, favorecerían la protección de las yemas a la acción del pastoreo y las temperaturas.

Palabras Clave: tolerancia a la herbivoría, relación peso: densidad de macollos, profundidad de enterrado, *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, distancia a la aguada.

SUMMARY

Morphometric aspects of the main species of grassland at different grazing conditions in short grassland areas in the semiarid central region of Argentina

Grazing has drastically altered the floristic composition of the pastures in the semiarid Pampas region as well as the aerenchymatous primary production. Some species that formed the pristine communities have persisted to the present, even when the conditions for resist grazing pressure constituted negative pressures for evolution. How they have tolerated forage plants in this region grazing by domestic herbivores?. One possible explanation is that the native forage modify its architecture versus grazing with their crowns and therefore more buried their tillers, have fewer tillers and increased biomass. The aim of this study is to evaluate the burial depth, the number of tillers, crown diameter and biomass buried in winter forage species *Poa ligularis* and *Piptochaetium naposteaense* and summer of *Digitaria californica* and *Bothriochloa springfieldii* two distances from water: near and far. In four ranch in the region of hills with short grasslands they were selected two paddock in each 20 plants of the species listed near and far water on which the aforementioned measurements were made were extracted. In the summer species no significant changes were observed in the architecture of plants near or far from the watering. By contrast, in the winter species deeper it buried near the watered, lower tiller density and greater weight thereof was observed. a direct relationship between the weight of tillers with burial depth and reverse crowns to the density of the same was observed. These results may indicate that forage grasslands of the Pampas semiarid region, growing under grazing conditions are able to perpetuate themselves because they tend to promote in-depth development of the crowns, with fewer tillers heavier and, this would favor the protection of the buds to the action of grazing and temperatures.

Key words: herbivory tolerance, weight : density tiller ratio, burial depth, *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, water distance.

INTRODUCCIÓN

Los pastizales se distribuyen en el mundo a ambos lados del ecuador y son los ecosistemas que mayor efecto han tenido por la acción antrópica, en especial por la agricultura y luego por el pastoreo (Sala et al 2013). Lo que actualmente se encuentra de este gran bioma son todas aquellas áreas que por diversos motivos físicos o biológicos no pueden utilizarse con fines agrícolas (capas superficiales endurecidas, precipitaciones escasas, condiciones de semiaridez, escasa cobertura del suelo, etc.) (Sala et al 2001, Sala 2001)

En Argentina las áreas con pastizales naturales ocupan alrededor del 70 % del territorio, donde existen pastizales en áreas de bosques, bosques con pastizal y pastizales propiamente dichos (Cabrera, 1976).

En la región semiárida central de Argentina más precisamente en la Provincia de La Pampa, los pastizales se distribuyen en función de la variación de las precipitaciones, temperatura y amplitud térmica. Estos factores climáticos disminuyen en sentido Este-oeste, cambiando la conformación fisonómica de los pastizales. (Cano et al, 1982). Un elemento importante a tener en cuenta es que en estas áreas no existieron grandes herbívoros por lo tanto las nativas no desarrollaron mecanismos de tolerancia a la presión de pastoreo de los herbívoros domésticos introducidos (Bucher 1987).

A fines del siglo XIX luego de la mal llamada conquista del desierto y el posterior apotreramiento de las tierras, los pastizales sufrieron modificaciones estructurales y en su composición botánica dada por el avance de leñosas en detrimento de la densidad de las especies del pastizal y en especial de las forrajeras, las que en muchos casos han llegado a desaparecer (Estelrich et al 2005, Peinetti et al, 1993, Cano 1988).

En general en las comunidades con predominancia de pastizal natural aún se encuentran especies que han podido persistir hasta la actualidad bajo condiciones de pastoreo por los herbívoros domésticos en condiciones de apotreramiento. Estas especies se pueden clasificar en dos categorías: las preferidas por el ganado (forrajeras de invierno y de verano) y, las no forrajeras que por poseer distintas sustancias o apéndices evitan el pastoreo (pilosidad, mayor contenidos de pared celular, sílice, etc.). Entonces, en un área de pastizal normalmente se observan parches de especies forrajeras consumidas o taladas por los herbívoros y parches de especies no forrajeras que raramente son despuntadas (Tomas et al, 2000.)

En este sentido y desde el punto de vista estructural se sabe que el pastoreo modifica la composición específica, la riqueza, el perfil vertical, características o aspectos de las plantas (Diaz

et al 1997) así como también un número importante de otros atributos a nivel de la comunidad del pastizal (Noy-Meir et al. 1989; McIntyre and Lavorel 2001; Rodriguez et al. 2003). Desde el punto de vista funcional se sabe que el pastoreo altera el flujo de energía y el ciclo de nutrientes directamente mediante la defoliación, pisoteo, y deposiciones de heces y orina e indirectamente modificando la composición específica y las interacciones entre especies (Schlesinger et al. 1990; Aguiar et al. 1996; Hobbs et al. 1996).

En síntesis, el pastoreo al alterar drásticamente la composición específica en los pastizales, especialmente en los pastizales templados, afecta también la producción primaria neta aérea de los mismos (Milchunas and Lauenroth 1993; Oesterheld et al. 1999). Por otra parte, el pastoreo también es considerado un importante factor que modifica la estructura horizontal y vertical de las plantas, induciendo cambios en la asignación de recursos de las mismas según la intensidad de pastoreo (Briske, 1991; Xia et al, 1994; Matthew et al, 1995; Briske, 1996; Briske & Derner, 1998; Assuero & Tognetti, 2010).

Ahora bien, algunas especies que integraron las comunidades prístinas en la región han persistido hasta la actualidad, aún cuando las condiciones en cuanto a resistencia al pastoreo y presión de pastoreo constituyeron presiones negativas para su evolución. ¿Cómo se las arreglaron las plantas forrajeras para tolerar el pastoreo de los herbívoros domésticos?

Una posible explicación sería que las forrajeras nativas, frente al pastoreo desarrollarían sus coronas y por consiguiente sus macollos mas enterrados, tendrían menor número de macollos y menor fitomasa que en aquellas situaciones sin pastoreo o menor presión del mismo. Si ello es real, en un gradiente de pastoreo se deberían encontrar en las especies forrajeras diferencias en cuanto a la profundidad de enterrado, el número de macollos, la fitomasa enterrada y el diámetro de coronas.

El objetivo general de este trabajo es indagar en las especies forrajeras de invierno, *Poa ligularis* (Pli) y *Piptochaetium naposteanse* (Pna) y, de verano, *Digitaria californica* (Dca) y *Bothriochloa springfieldii* (Bsp) el desarrollo de mecanismos de tolerancia (o aclimatación) al pastoreo. Los objetivos específicos son evaluar en dos situaciones contrastantes de pastoreo (cerca de la aguada, hasta los 500 metros y lejos de la aguada, extremo contrario del potrero): la profundidad de enterrado, el número y peso de macollos, el diámetro de corona y la fitomasa enterrada de las especies forrajeras mencionadas anteriormente.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del área de estudio

El área de estudio se ubica en los departamentos de Toay y Loventué, pertenecientes a la región Oriental, subregión fisiográfica de Mesetas y Valles de la provincia de La Pampa. Las precipitaciones medias anuales varían entre 450 y 600 mm, siendo este uno de los factores limitantes de la distribución de la vegetación, mientras que la temperatura media del invierno es de 7.7°C y en el verano, de 22.8°C. El paisaje describe mesetas relictos de relieve llano recortadas por los valles transversales; los suelos se definen como haplustoles énticos. (Inventario Integrado de los Recursos Naturales de la Provincia de La Pampa, 1980).

En cuanto a la vegetación, existen dos estratos bien evidentes, el gramíneo herbáceo y el arbustivo. En el gramíneo, las especies dominantes son *Piptochaetium napostaense* y *Stipa tenuis*, así también en las áreas en las cuales se hacen los descansos apropiados se encuentra *Poa ligularis* acompañando a *Piptochaetium napostaense*. En el estrato arbustivo son frecuentes *Discaria americana*, *Prosopidastrum globosum*, *Chuquiraga erinacea* y *Prosopis alpataco*. En las depresiones se encuentran especies del estrato arbóreo tales como *Prosopis caldenia* y *Prosopis*

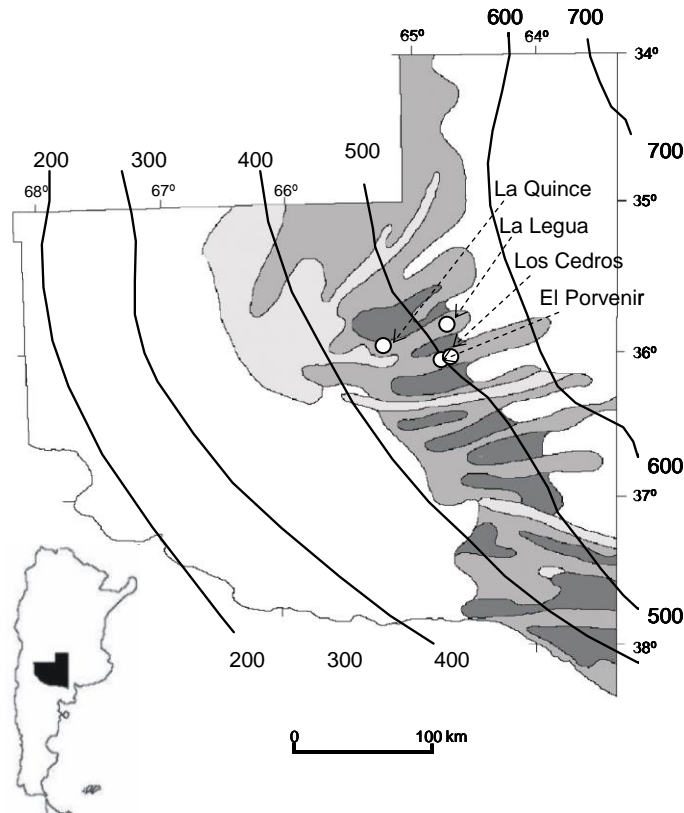


Figura 1. Ubicación de las áreas de muestreo. Establecimientos La Legua, La Quince, El Porvenir y Los Cedros

flexuosa, cuya abundancia se ha incrementado en la planicie como consecuencia del sobrepastoreo. (Cano, 1988).

Trabajo a campo

En cuatro establecimientos ubicados en el área de los pastizales bajos de La Pampa se seleccionaron potreros en situación de pastoreo, en estado de condición de buena a regular. En cada potrero se ubicaron dos estaciones de muestreo, cerca (hasta 500 metros) y lejos (el extremo contrario) de la aguada. En cada estación se ubicaron tres transectas de 50 metros perpendiculares a la diagonal del potrero. En cada una de ellas y cada 10 metros se evaluaron individuos de *Poa ligularis*, *Piptochaetium napostaense*, *Bothriochloa springfieldii* y *Digitaria californica*, hasta completar 20 individuos de cada especie por estación de muestreo.

En cuanto a las especies de verano, *Digitaria californica* y *Bothriochloa springfieldii*, en algunos sitios no se encontraron ejemplares y, en otros, los individuos no fueron válidos como muestras ya que, al no estar pastoreados, no se correspondían con el objetivo general de este trabajo.

La recolección de datos a campo consistió en la medición del diámetro de corona y la profundidad de enterrado de cada planta extraída. Para obtener estas mediciones se extrajeron individuos representativos de la comunidad, con su pan de tierra, cuyo exceso se eliminó golpeándolas suavemente para poder evaluar los macollos enterrados. Cada ejemplar se guardó en bolsas de papel rotuladas con la información del establecimiento, potrero, número y cercanía o lejanía a la aguada.

Determinaciones en laboratorio

En el laboratorio, se acondicionaron las muestras sacando el material muerto, tierra y otros como restos de malezas, insectos, así como raíces y parte aérea y a partir de esto, se obtuvo un nuevo diámetro con la porción viva de la mata. Luego, los macollos de cada individuo se separaron, contabilizaron y cortaron según la profundidad de enterrado a la que habían sido encontrados en el potrero. Finalmente se procedió al secado en estufa hasta peso constante para luego determinar los pesos individuales de cada macollo por planta. Los datos recolectados se registraron en una base de datos para hacer los análisis estadísticos correspondientes.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó un ANOVA en el cual se compararon las dos especies de interés (Pli y Pna), lejanía/cercanía a la aguada y los distintos potreros muestreados en función de las variables morfométricas determinadas: peso promedio de macollos por planta (g.macollo^{-1}), profundidad de enterrado (cm) y densidad de macollos por unidad de superficie de corona ($\text{N}^{\circ} \text{macollos.cm}^{-2} \text{ corona}$).

También se hizo un análisis de componentes principales (ACP) para evaluar como se comportan los individuos de *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* cuando se integran todas las variables medidas a campo y en laboratorio.

A partir de la información colectada se realizaron gráficos de frecuencias y dispersión. En el primer caso los histogramas mostraron con qué frecuencias aparecen los individuos según las distintas variables consideradas.

En el segundo caso, los gráficos de dispersión mostraron cómo se comporta el peso de los macollos en función de la profundidad de enterrado y de su densidad, expresada por unidad de superficie de corona. Las evaluaciones se hicieron para los distintos campos muestreados así como para las especies estudiadas tanto cerca como lejos de la aguada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Componentes Principales

En este trabajo, el ACP fue utilizado de manera exploratoria para identificar posibles tendencias o comportamientos en la distribución de los individuos de *Poa ligularis* y de *Piptochaetium napostaense* según distintos indicadores de la estructura de las plantas frente a presiones de pastoreo contrastantes. Para ambas especies los dos primeros componentes tuvieron los mayores porcentajes de explicación, 87,6 y 87,4 % para *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* respectivamente.

Para *Poa ligularis* (Figura 2), el primer componente explicó un 64,2 % de la distribución de las plantas de acuerdo con la densidad (-0,80) y peso de macollos (0,88), y la profundidad de enterrado (0,72), permitió separar los individuos colectados cerca y lejos de la aguada en los distintos sitios y a su vez permite identificar una respuesta diferente de los individuos provenientes de La Quince, La Legua 1 y La Legua 2 y los individuos colectados en los sitios el Porvenir y Los

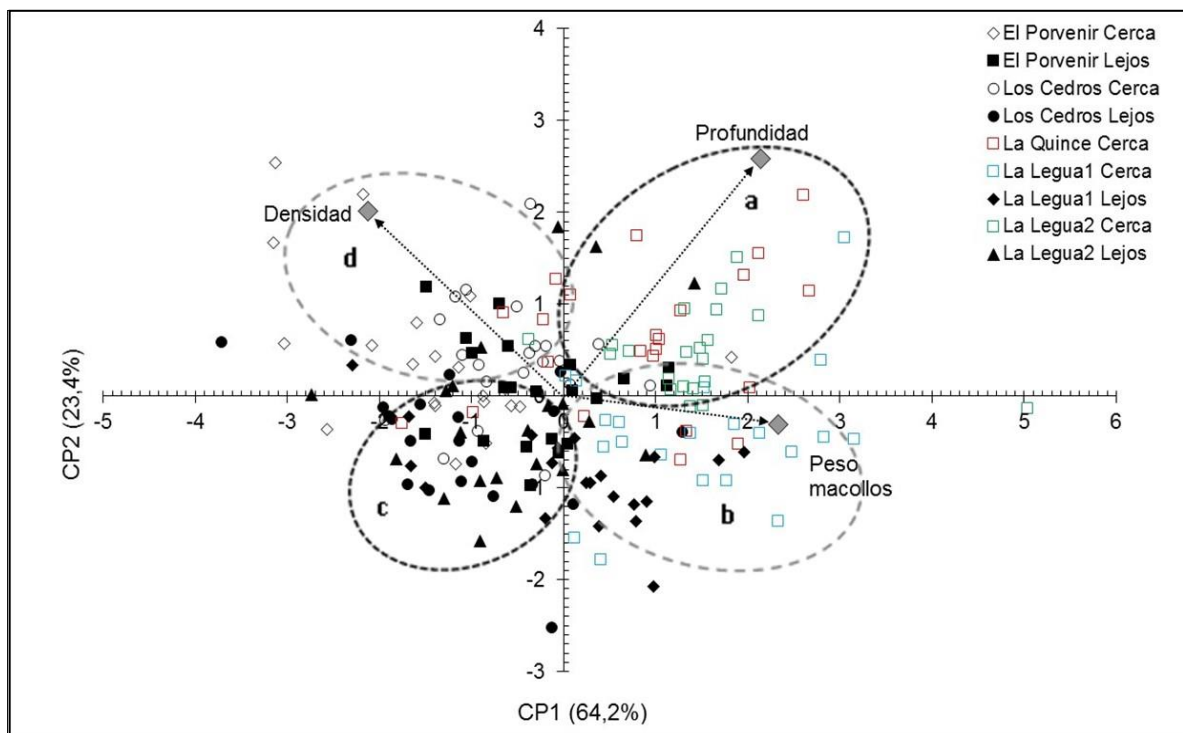


Figura 2. AFC sobre la densidad de macollos (macollos.cm⁻² de corona), la profundidad de enterrado (cm) y el peso de los macollos (gMS.macollo⁻¹) de los individuos de *Poa ligularis* colectados cerca y lejos de la aguada en distintos establecimientos del área de pastizales bajos en la región semiárida central de Argentina.

cedros independientemente de su distancia a la aguada. El segundo componente (23,4 %) permitió separar los individuos de acuerdo a la profundidad de enterrado de sus coronas. Un primer grupo (a) estuvo caracterizado por mayor profundidad y peso de sus macollos y corresponde a los sitios La

Quince y La Legua 2 cerca de la aguada. Un segundo grupo (b) estuvo integrado por plantas con alto peso de sus macollos y menor profundidad como las encontradas en La Legua 1 cerca y lejos de la aguada. Un tercer grupo de plantas (c) que se caracterizó por tener mayor densidad de macollos, con menor peso y las coronas menos enterradas, se encontraron principalmente en El Porvenir, Los Cedros, La Legua 1 y La Legua 2 en los sitios mas alejados de la aguada. Por último, un cuarto grupo de plantas (d) se caracterizó por tener la mayor densidad de macollos, el menor peso de los mismos y tener la menor profundidad de enterrado, aquí se encuentran las plantas colectadas en Los Cedros y El Porvenir cerca de la aguada.

Para *Piptochaetium napostaense* (Figura 3), el primer componente explicó un 55,5 % de la distribución de las plantas de acuerdo a su densidad (-0.83) y peso promedio de macollos (0.90) y profundidad de enterrado de sus coronas (0.43). Este eje permitió diferenciar claramente los individuos extraídos de la Legua 1 y La Legua 2 de aquellos colectados en Los Cedros y El Porvenir y, a su vez, diferenciar los individuos colectados cerca y lejos de la aguada. El componente

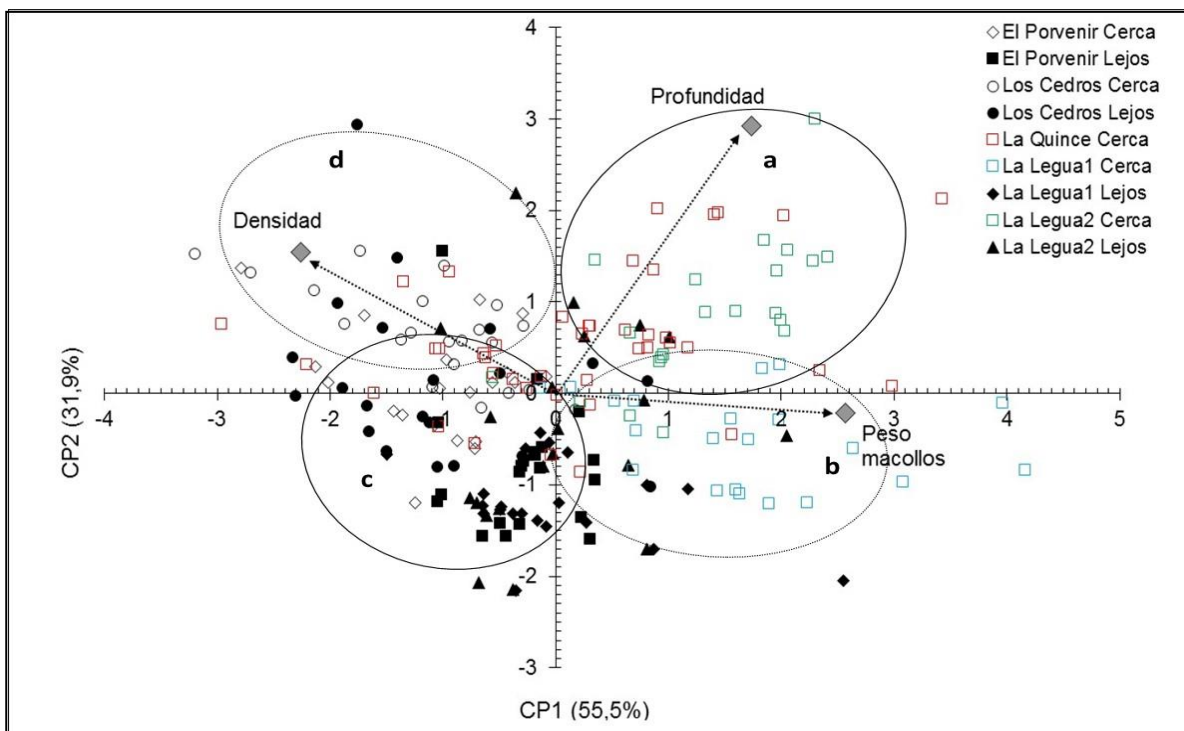


Figura 3. AFC sobre la densidad de macollos ($\text{macollos} \cdot \text{cm}^{-2}$ de corona), la profundidad de enterrado (cm) y el peso de los macollos ($\text{gMS} \cdot \text{macollo}^{-1}$) de los individuos de *Piptochaetium napostaense* colectados cerca y lejos de la aguada en distintos establecimientos del área de pastizales bajos en la región semiárida central de Argentina.

2 (31.9 %) permitió establecer diferencias entre los individuos de acuerdo a la profundidad de enterrado de sus coronas. Se identificó un primer grupo de plantas colectadas cerca de la aguada que poseen sus coronas más enterradas y con sus macollos con mayor peso, correspondiente a los sitios de La Quince, La Legua 1 y La Legua 2 cerca de la aguada. Un segundo grupo que incluyó las

plantas con alto peso de los macollos y menor profundidad de enterrado corresponde a La Legua 1 y La Legua 2 cerca de la aguada. Un tercer grupo se caracterizó por tener plantas con mayor densidad y menor peso de los macollos, y corresponde a los sitios Los Cedros y El Porvenir cerca y, Los Cedros lejos de la aguada. Un cuarto grupo que incluyó todas las plantas con mayor densidad de macollos y menor peso de los mismos y, menor profundidad de enterrado, agrupa principalmente todos los sitios cercanos a la aguada.

Este análisis permitió observar el agrupamiento de gran parte de los individuos colectados en cercanías de la aguada y su relación con una mayor profundidad de enterrado de sus coronas, mayor peso de su macollos y menor densidad de los mismos. Lo contrario se observó para gran parte de los individuos colectados en los lugares mas alejados de las aguadas. El mayor peso de los macollos se observó inversamente relacionado con la densidad de los mismos (Assuero y Tognetti. 2010) y directamente relacionado con la profundidad de las coronas.

Estos resultados podrían estar indicando un comportamiento de las plantas forrajeras como respuesta a la mayor presión de pastoreo, utilizando para ello tácticas morfofisiológicas que le permiten perpetuarse aún cuando no habrían adquirido resistencia al pastoreo. La mayor profundidad de enterrado de las coronas, implicaría para las plantas mayores proporciones de asimilados para producir pocas estructuras enterradas pero con mayor tamaño, lo que a su vez, si bien podría resultar ventajoso para recuperarse rápidamente frente a pastoreos sucesivos de los rebrotes, representaría un mayor costo de mantenimiento a lo largo del tiempo (Martin et al 2013). Aún cuando es discutible la incidencia de las reservas en la capacidad de rebrotes de las plantas (Briske D.D. & J.D. Derner. 1998; Busso et al. 1990), la profundidad de enterrado de las coronas también podría interpretarse como una táctica para asegurar la producción de flores y semillas de unos pocos macollos con alta cantidad de reservas, los que aún respondiendo con rebrotes a altas frecuencias de pastoreo, siempre dispondría de reservas para una última producción de tallos floríferos en cercanías de las aguadas. Una situación extrema de estas observaciones sería la extinción local de estas especies, y en especial *Poa ligularis*, en cercanías de la aguada (Martin 2013; Martin et al 2013; Cerrato et al. 2015).

Distribución de las plantas en función de los atributos estructurales y de la distancia a la aguada

En términos generales, independientemente del origen de las plantas (cercanía o no de la aguada, distintos establecimientos) se observaron diferencias estructurales entre las poblaciones de *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* (Figura 4)

Con respecto a la profundidad de enterrado, se observó que la mayor proporción de individuos de *Piptochaetium napostaense* posee sus coronas enterradas entre 2 y 3 cm (40 y 49 % respectivamente). Alrededor de un 10% tiene sus coronas enterradas hasta los 4 cm de profundidad

y apenas un 1 % llegarían hasta 5 cm. Por el contrario, *Poa ligularis* presenta una distribución de tipo normal en la profundidad de enterrado de sus individuos. Se observa un 5,8 % con las coronas superficiales (hasta 2 cm) mientras que la mayor proporción de individuos tuvo sus coronas enterradas entre 2 y 4cm (29,8 y 38,7 % respectivamente). También se observan individuos (19,9, 4,7 y 1,0 % respectivamente) con las coronas muy enterradas, donde se registraron valores de 5, 6 y 7 cm de profundidad (Figura 4 a).

La distribución del peso de los macollos entre los individuos muestreados también tuvo diferencias entre ambas especies. Para *Piptochaetium napostaense* se observa que la mayor proporción de los macollos posee los pesos mas bajos, el 67.6 y 30.0% tuvieron un peso promedio de 0.1 y 0.2 g.macollo⁻¹. Solo el 2.4 % de los individuos tuvo macollos con pesos que llegaron a 0.3 g. Por el contrario, en *Poa ligularis* se observa una mayor proporción de individuos con pesos de sus macollos que oscila entre 0.1 y 0.3 g (47.1 y 25.1 % respectivamente) (Figura 4 b).

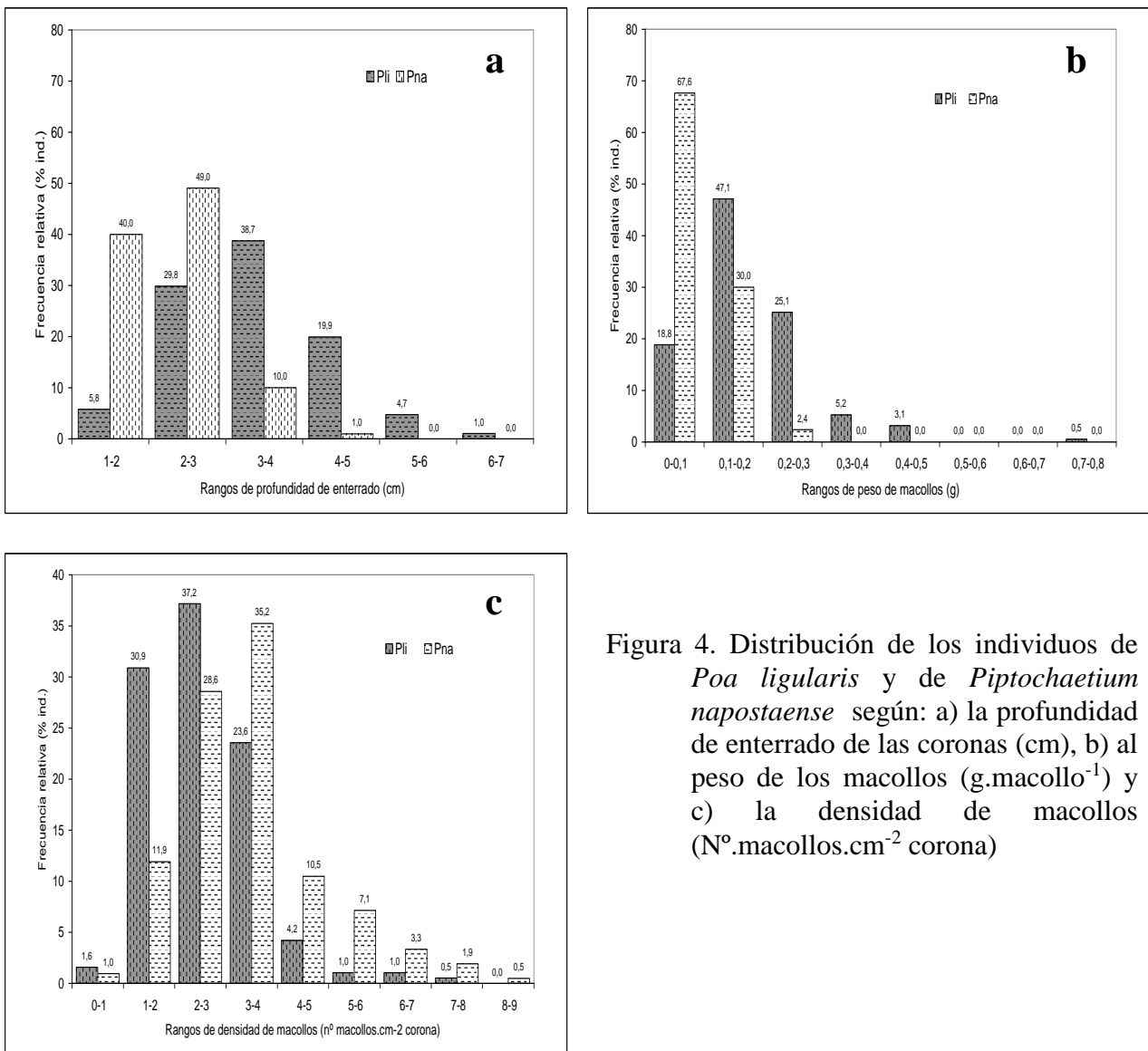


Figura 4. Distribución de los individuos de *Poa ligularis* y de *Piptochaetium napostaense* según: a) la profundidad de enterrado de las coronas (cm), b) al peso de los macollos (g.macollo⁻¹) y c) la densidad de macollos (Nº.macollos.cm⁻² corona)

La mayor proporción de individuos de *Poa ligularis* se encuentra en menores rangos de densidades de macollos presentando su mayor frecuencia en el rango de 2-3 macollos/cm² corona (37,2%) por el contrario para *Piptochaetium napostaense*, las frecuencias mas altas corresponden a mayores rangos de densidades de macollos (3-4 macollos/cm² corona con una frecuencia de 35,2%) (Figura 4 c).

Cuando se comparan estos parámetros morfológicos se observó que existen diferencias entre los individuos colectados cerca y lejos de la aguada (Figuras 5, 6 y 7).

En cuanto a profundidad de enterrado, se observó que la mayor proporción de los ejemplares de *Piptochaetium napostaense* se encuentran en rangos de menor profundidad de enterrado que *Poa ligularis*. La distribución de los individuos de *Poa ligularis* es de tipo normal, con la mayor proporción de individuos en los rangos intermedios de profundidad de enterrado de sus coronas (Figura 5 a y b).

Lejos de la aguada. *Poa ligularis* poseen mayores proporciones de individuos en los rangos de profundidades menores, mientras que aquellos cercanos a la fuente de agua se ubican en los mayores rangos de este parámetro (Figura 5 a). Un patrón similar sigue *Piptochaetium napostaense*, pero sin alcanzar los valores de la especie anterior (Figura 5 b).

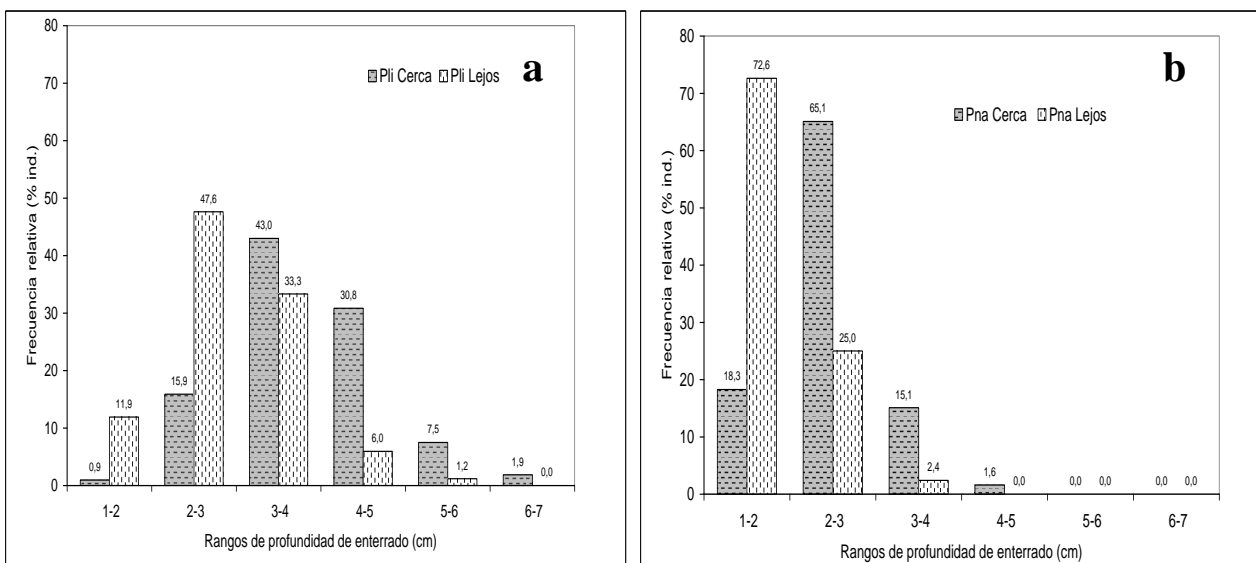


Figura 5. Distribución de los individuos de *Poa ligularis* (a) y de *Piptochaetium napostaense* (b) según la profundidad de enterrado de las coronas (cm) cerca y lejos de la aguada.

Cuando se analiza el peso promedio de macollos, se observa un patrón de distribución similar al observado con la profundidad de enterrado en la cual *Piptochaetium napostaense* tiene sus mayores frecuencias en rangos de pesos bajos, por el contrario en *Poa ligularis* se observa una distribución con la mayor proporción de individuos en los rangos intermedios.

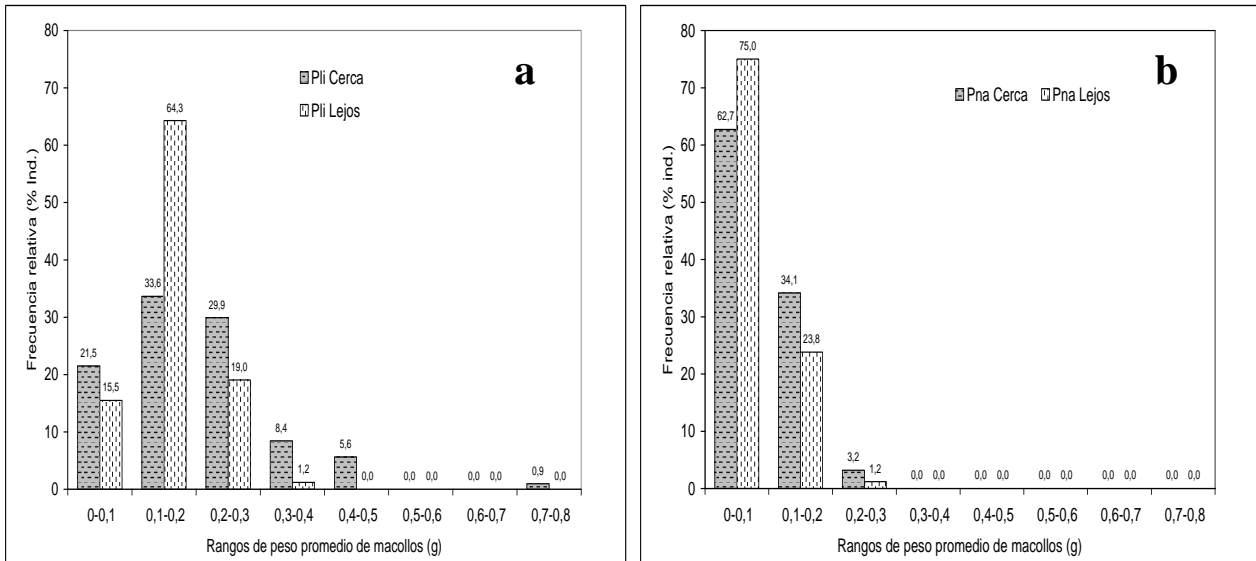


Figura 6. Distribución de los individuos de *Poa ligularis* y de *Piptochaetium napostaense* según el peso promedio de los macollos ($g \cdot macollo^{-1}$) cerca y lejos de la aguada.

En el caso de la densidad de macollos (Figura 7), el comportamiento que siguen las especies es contrario al observado en los dos parámetros anteriores. *Poa ligularis* concentra sus frecuencias en los rangos intermedios de densidad de macollos (1-2, 2-3 y 3-4 macollos.cm⁻²) a diferencia de *Piptochaetium napostaense* que si bien se observa una alta proporción de individuos con densidades entre los rangos 2-3 y 3-4, la distribución es más normal. En *Poa ligularis* cerca de la aguada se observa mayor proporción de individuos con baja densidad de macollos, mientras que lejos de la aguada predominan individuos con mayor proporción de macollos (Figura 7 a). En *Piptochaetium napostaense*, no se observan diferencias en la distribución de individuos según la densidad de macollos lejos o cerca de la aguada (Figura 7b).

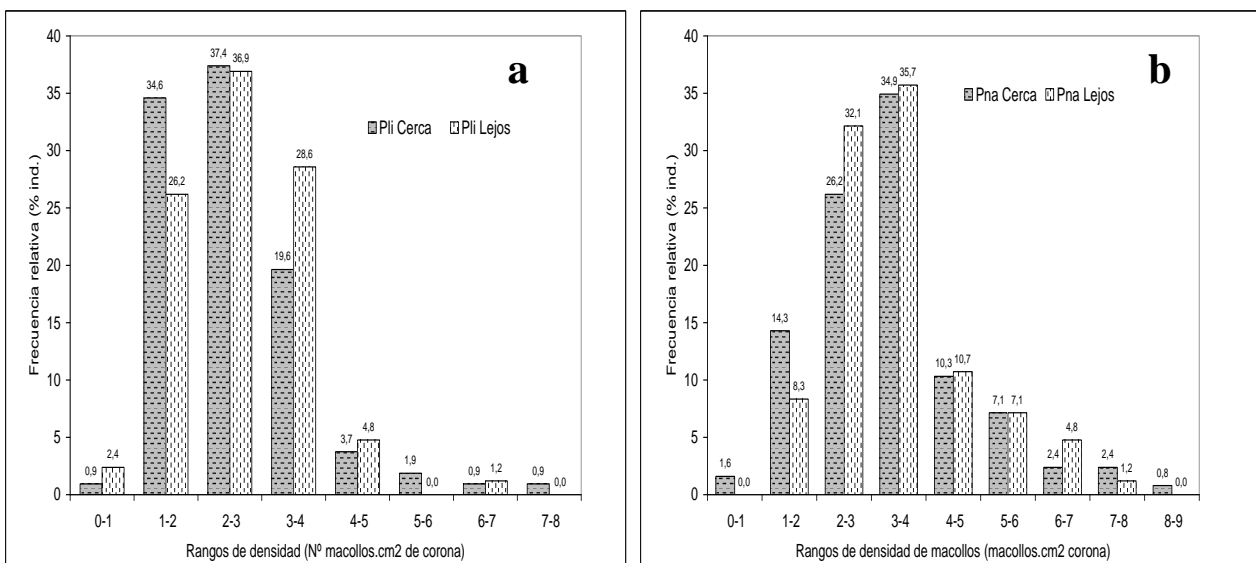


Figura 7. Distribución de los individuos de *Poa ligularis* y de *Piptochaetium napostaense* según la la densidad de macollos ($N^{\circ} \cdot macollos \cdot cm^{-2}$ corona) cerca y lejos de la aguada.

Comparación de los atributos estudiados entre plantas colectadas cerca y lejos de las aguadas

Independientemente de la distancia a la aguada y teniendo en cuenta los distintos lugares de muestreo (Tabla 1), se observan diferencias importantes entre las especies evaluadas en cuanto a los parámetros estructurales medidos. *Poa ligularis* tuvo en todos los casos sus coronas entre 23.6 y 39.6 % más enterradas que *Piptochaetium napostaense* y la diferencia más marcada se observa en El Porvenir. Lo mismo ocurre con el peso de los macollos, donde *Poa ligularis* posee los macollos entre 36.4 y 56.5 % más pesados que *Piptochaetium napostaense* y la mayor diferencia se observa en La Quince. Sin embargo, con respecto a la densidad de macollos *Piptochaetium napostaense* supera a *Poa ligularis* entre 10.5 y 32 % y la mayor diferencia se observa en Los Cedros (Tabla 1).

En *Poa ligularis*, la mayor profundidad de enterrado de las coronas observada en La quince y La Legua ($P < 0.05$, 4,47 y 3,70 cm respectivamente) coincide con una significativa menor densidad de macollos ($P < 0.05$, 2,57 y 2,18 macollos/cm² de corona) y un mayor peso de los mismos ($P < 0.05$, 0,24 y 0,23 g/macollo). Por el contrario, con profundidades de enterrado de coronas menores como en El Porvenir y los Cedros (3,46 y 3,21 cm) se observa mayor densidad de macollos ($P < 0.05$, 3,15 y 3,03 macollos/cm² corona) y menor peso de los mismos ($P < 0.05$, 0,55 y 0,12 g/macollo).

Si bien se observan diferencias en cuanto a los atributos evaluados entre los distintos lugares de muestreo, está claro que existen diferencias estructurales significativas entre las dos especies evaluadas, que pueden jugar un papel importante como mecanismo de tolerancia al pastoreo por los herbívoros domésticos.

Tabla 1. Atributos estructurales de individuos de *Piptochaetium napostaense* y de *Poa ligularis* colectados en distintos establecimientos en el área de pastizales bajos de la región semiárida central de Argentina. (Para un mismo atributo y especie, letras diferentes entre establecimientos indican diferencias significativas $P < 0.05$)

Especie	Pli				Pna			
	El Porvenir	Los Cedros	La Quince	La legua	El Porvenir	Los Cedros	La Quince	La legua
Profundidad de enterrado de coronas (cm)	3,46 a	3,21 a	4,47 b	3,70 a	2,09 a	2,45 b	2,83 c	2,39 ab
Densidad de macollos (n°/cm ² corona)	3,15 a	3,03 ab	2,57 bc	2,18 c	3,52 b	4,48 c	3,50 b	2,66 a
Peso promedio de macollos (g/macollo)	0,11 a	0,12 a	0,24 b	0,23 b	0,07 a	0,06 a	0,10 b	0,12 c

En el caso de *Piptochaetium napostaense*, los individuos con las coronas más enterradas ($P < 0.05$, 2.83 cm) observados en La Quince, poseen similar densidad de macollos ($P > 0.05$, 3.50 y

3.52 macollos / cm² corona) que aquellos con las coronas menos enterradas colectados en El Porvenir ($P < 0.05$, 2.09 cm). Mientras tanto, a profundidades de enterrado de corona intermedias como en los Cedros y La Legua ($P > 0.05$, 2.45 y 2.39 cm) se observan diferentes densidades de macollos ($P < 0.05$, 4.48 y 2.66 macollos/cm² corona) y peso promedio de los mismos ($P > 0.05$, 0.06 y 0.12 g/macollo). La mayor y menor densidad de macollos observada en Los Cedros y la Legua (4.48 y 2.66 macollos/cm² corona respectivamente) coincide con el menor y mayor peso de los macollos (0.06 y 0.12 g/macollo) registrados entre los establecimientos muestreados.

En cuanto a la distancia a la aguada e independientemente de los lugares de muestreo (Tabla 2) también se observan importantes diferencias entre especies en los atributos estructurales evaluados cerca y lejos de la aguada. En cuanto a la profundidad de enterrado *Poa ligularis* supera en un 32.4 y 36.1 % a *Piptochaetium napostaense* cerca y lejos de la aguada respectivamente. Lo mismo ocurre con respecto al peso de los macollos donde *Poa ligularis* supera en alrededor del 50 % a *Piptochaetium napostaense* tanto cerca como lejos de la aguada. Por el contrario, en cuanto a la densidad de macollos es *Piptochaetium napostaense* que supera a *Poa ligularis* en alrededor de un 20% tanto cerca como lejos de la aguada (Tabla 2).

Tabla 2. Atributos estructurales de individuos de *Piptochaetium napostaense* y de *Poa ligularis* colectados cerca y lejos de la aguada en el área de pastizales bajos de la región semiárida central de Argentina. (Para un mismo atributo y especie, letras diferentes entre Cerca y Lejos de la aguada indican diferencias significativas, Tuckey $P < 0.05$).

Especie	Pli		Pna	
	Cerca	Lejos	Cerca	Lejos
Distancia a la aguada				
Profundidad de enterrado de coronas (cm)	4,04 a	3,11 b	2,73 a	1,99 b
Densidad de macollos (n°.cm ⁻² corona)	2,60 a	2,68 a	3,34 a	3,42 a
Peso promedio de macollos (g.macollo ⁻¹)	0,19 a	0,16 b	0,09 a	0,08 a

Tanto en *Poa ligularis* como en *Piptochaetium napostaense* se observan diferencias ($P < 0.05$) entre los individuos colectados cerca y lejos de la aguada. El atributo que mayores diferencias tuvo fue la profundidad de enterrado de las coronas. En *Poa ligularis* se observó que las coronas estaban a 4.04 cm y 3.11 cm enterradas cerca y lejos de la aguada respectivamente ($P < 0.05$) mientras que para *Piptochaetium napostaense* esa profundidad de enterrado fue de 2.73 y 1.99 cm respectivamente ($P < 0.05$).

En cuanto a la densidad de macollos, aún cuando en algunos lugares de muestreo son evidentes las diferencias entre plantas colectadas cerca y lejos de la aguada, en términos generales la densidad de macollos por cm² de corona, no difiere ($P < 0.05$) en ninguna de las dos especies ($P > 0.05$). Sin embargo, aún con densidades de macollos similares, en *Poa ligularis* se observa que los individuos colectados cerca de las aguadas poseen sus macollos más pesados que aquellos colectados lejos de las mismas ($P < 0.05$, 0.19 y 0.16 g.macollo⁻¹). No ocurre lo mismo con *Piptochaetium napostaense*, donde el peso de los macollos en términos generales no difiere entre los individuos colectados cerca y lejos de las aguadas ($P > 0.05$, 0.09 y 0.08 g.macollo⁻¹ respectivamente)

Por otra parte, considerando los distintos establecimientos donde se realizó este trabajo se observan diferencias entre ellos con respecto a los parámetros estudiados en los individuos colectados cerca y lejos de las aguadas ($P < 0.05$) (Tabla 3).

Con respecto a *Poa ligularis*, en El Porvenir las mayores profundidades de enterrado (3.66 cm) se registraron lejos de la aguada, mientras que en el resto de los establecimientos fue en las áreas cercanas que se registraron las mayores profundidades de enterrado de coronas con valores de 3.75 a 3.90 cm, mientras que en las situaciones más alejadas dicho parámetro tuvo valores entre 2.67 y 3.15 cm.

Tabla 3. Atributos estructurales de individuos de *Piptochaetium napostaense* y de *Poa ligularis* colectados cerca y lejos de las aguadas, en distintos establecimientos en el área de pastizales bajos de la región semiárida central de Argentina. (Para un mismo atributo, especie y establecimiento, letras diferentes entre cerca y lejos de la aguada indican diferencias significativas, Tuckey $P < 0.05$)

	La Legua 1		La Legua 2		El Porvenir		Los Cedros		La Quince	
	Cerca	Lejos	Cerca	Lejos	Cerca	Lejos	Cerca	Lejos	Cerca	Lejos
<i>Poa ligularis</i>										
Profundidad (cm)	3.90 b	2.95 a	4.83 b	3.15 a	3,26 a	3,66 b	3,75 b	2,67 a	4.47	--
Densidad (N°/planta)	1.77 a	2.17 a	1,82 a	2.92 b	3,72 b	2,57 a	3.00 a	3.06 a	2.57	--
Peso promedio (g/macollo)	0.31 b	0.22 a	0.24 b	0.16 a	0,09 a	0,13 b	0,12 a	0,13 a	0.23	--
<i>Piptochaetium napostaense</i>										
Profundidad (cm)	2.41 b	1.63 a	3.40 b	2.16 a	2.27 b	1.91 a	2.63 b	2.27 a	2.83	--
Densidad (N°/planta)	2.19 a	3.02 b	2.10 a	3.31 b	4.12 b	2.91 a	4.54 a	4.42 a	3.50	--
Peso promedio (g/macollo)	0.16 b	0.10 a	0.11 a	0.10 a	0.06 a	0.07 b	0.05 a	0.06 a	0.10	--

En cuanto a la densidad se observó que no hay diferencias significativas en los establecimientos La Legua 1 y Los cedros en los ejemplares recolectados cerca y lejos de la aguada. En El Porvenir hubo diferencias significativas presentando la mayor densidad cerca de la aguada (3.72 N°/planta) a diferencia de lo que ocurre en La Legua 2 en donde cerca de la aguada se registró menor densidad de macollos (1.82 N°/planta) (Tabla 3).

Para los valores de peso promedio en los establecimientos La Legua 1 y La Legua 2 se encontraron diferencias significativas en cuanto a la cercanía/lejanía a la aguada, siendo los mayores los correspondientes a la cercanía a la aguada (0.31 y 0,24 g/macollo). Mientras que en El Porvenir la diferencia que se observa es a la inversa que los potreros anteriormente mencionados. En Los Cedros no hay diferencias significativas.

En *Piptochaetium napostaense* se observaron diferencias significativas en cuanto a la distancia a la aguada para la profundidad de enterrado en todos los potreros muestreados, siendo el valor más alto 3.40 cm.

Para la densidad de macollos en los establecimientos La Legua 1 y la Legua 2, se encontraron diferencias significativas, presentando los menores valores cerca de la aguada (2,19 y 2,10 macollo.cm⁻² de corona respectivamente). En El Porvenir la diferencia también es significativa, pero dichos menores valores se encontraron lejos de la aguada (2.91 macollo.cm⁻² de corona). Para el caso de Los Cedros, no hay diferencias significativas en este parámetro (Tabla 3).

La Legua 2 y Los Cedros no presentan diferencias significativas en cuanto al peso promedio de los macollos. En La Legua 1 la diferencia es significativa, presentando mayor peso cerca de la aguada con 0.16 g.macollo⁻¹ y en El Porvenir ocurre lo contrario con el mayor peso lejos de la aguada (0.07 g.macollo⁻¹).

Estos resultados estarían mostrando tanto para *Poa ligularis* como para *Piptochaetium napostaense*, una relación entre la profundidad de enterrado, la densidad de macollos y el peso de los mismos que puede tener diferentes patrones según la presión de pastoreo y el tipo de manejo al que han sido sometidos los pastizales. En principio, se podría observar que *Poa ligularis* en condiciones de pastoreo siempre tiene los individuos con las coronas más enterradas que *Piptochaetium napostaense*, menor densidad de macollos y mayor peso de los mismos. A su vez, la presión de pastoreo parece afectar esos atributos en ambas especies ya que cerca de las aguadas las coronas están más enterradas, las plantas poseen menor densidad de macollos y mayor peso de los mismos. A mayor presión y frecuencia de pastoreo (cerca de las aguadas), las plantas que se encuentran son aquellas que están más enterradas, tienen menor número de macollos con mayor peso. Esto hace pensar en un mecanismo de tolerancia al pastoreo por el cual se requiere menor energía de mantenimiento por planta (son más pequeñas) y les permite disponer de mayor cantidad de reservas por macollo (más enterrados y con mayor peso), lo que les permitiría rebrotar más rápidamente, mayor cantidad de veces y eventualmente florecer.

Relación entre el peso de los macollos con la densidad y con la profundidad de enterrado

La densidad de macollos por unidad de superficie de corona es un parámetro morfofisiológico que se modifica con el manejo del pastizal y explica en mayor o menor medida (de acuerdo a la presión de pastoreo que se haya aplicado en esos pastizales) el peso promedio de los macollos cerca y lejos de las aguadas (Figura 8).

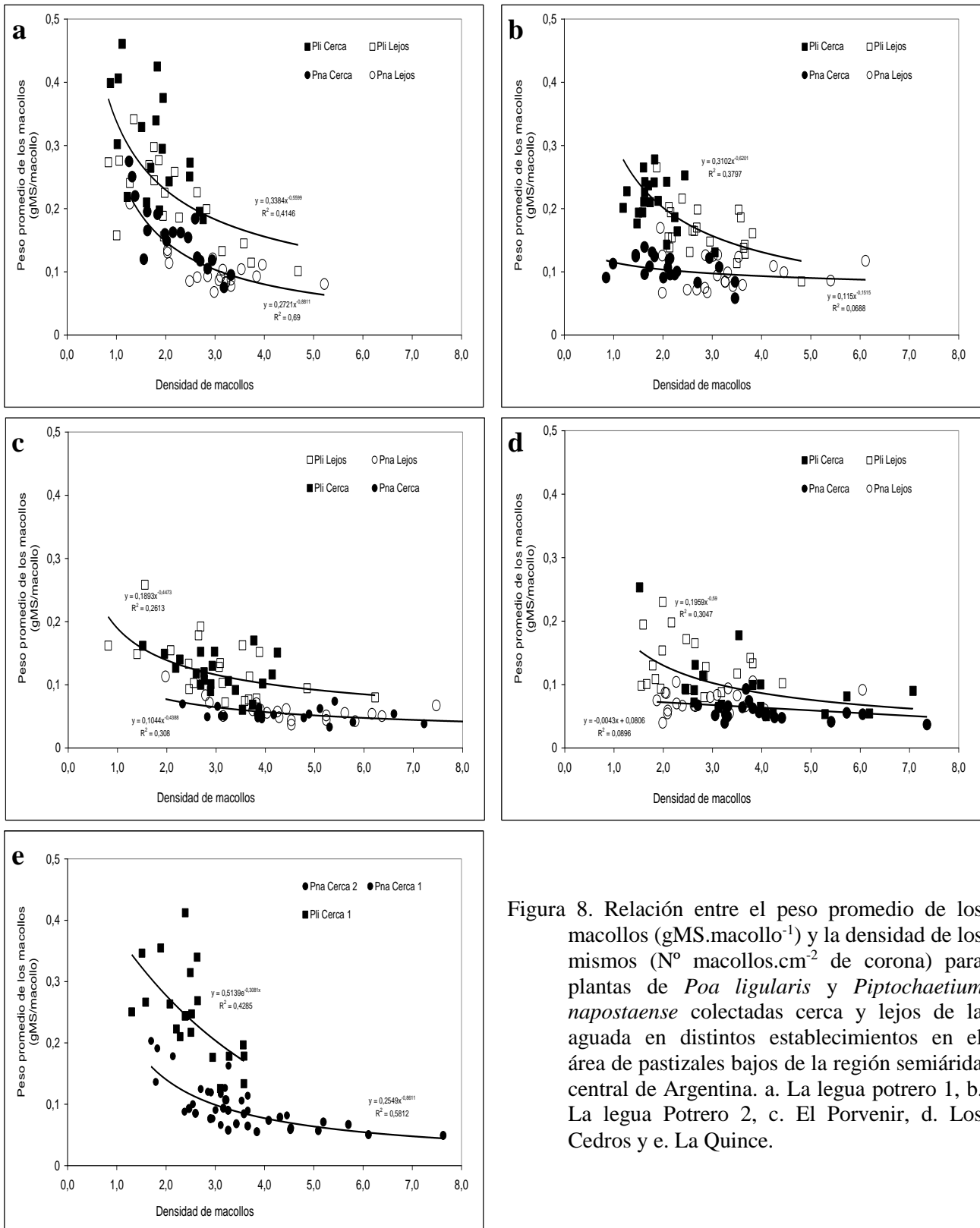


Figura 8. Relación entre el peso promedio de los macollos ($gMS \cdot macollo^{-1}$) y la densidad de los mismos ($N^{\circ} macollos \cdot cm^{-2}$ de corona) para plantas de *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* colectadas cerca y lejos de la aguada en distintos establecimientos en el área de pastizales bajos de la región semiárida central de Argentina. a. La legua potrero 1, b. La legua Potrero 2, c. El Porvenir, d. Los Cedros y e. La Quince.

En la mayoría de los pastizales templados cuando son sometidos al pastoreo durante un cierto período de tiempo se puede observar cierto grado de adaptación dentro de ciertos rangos de altura de defoliación. Esta relación entre el peso de los macollos y la densidad de los mismos es mencionada en la bibliografía como una compensación de las plantas en respuesta al pastoreo para mantener un cierto índice de área foliar (Assuero y Tognetti. 2010)

En coincidencia con lo mencionado en la bibliografía, la relación entre el peso promedio de los macollos y la densidad de los mismos es muy evidente en algunas situaciones con pastoreo moderado tal es el caso los potreros del establecimiento La Legua. En este caso, en el potrero 1 (Figura 8a) se observa que cerca de la aguada las plantas de ambas especies poseen la menor densidad de macollos con los mayores pesos promedio. En el potrero 2 esta relación se mantiene para *Poa ligularis* pero no es evidente para *Piptochaetium napostaense*, pero aún se observa la diferencia en densidad de macollos cerca y lejos de la aguada (Figura 8b). En el establecimiento Los Cedros, si bien para *Poa ligularis* se observa una tendencia similar, la explicación del peso de los macollos a partir de la densidad de los mismos es muy baja ($r= 0.30$) y para *Piptochaetium napostaense* esta relación no es significativa. En este potrero lo mayor densidad de los macollos se registró cerca de las aguadas (Figura 8c). En El Porvenir se observa un patrón similar para ambas especies que lo descrito para Los Cedros, con baja probabilidad de explicación del peso de los macollos a partir de su densidad. En este caso, la densidad de macollos no guarda relación con la cercanía de la aguada (Figura 8c). En La Quince como solo se muestrearon los potreros cercanos de la fuente de agua, es posible visualizar las diferencias existentes entre las especies estudiadas. Observándose que para ambas especies forrajeras, los mayores pesos se dan con densidades bajas, siendo más marcado en *Poa ligularis* que para *Piptochaetium napostaense*.

La densidad de macollos es un indicador del estado de las plantas y varía con la edad y estructura de las mismas (Briske & Derner 1998, Briske 1991, 1996), lo que a su vez es afectado por la presión de pastoreo o manejo del pastizal. Se observa que la densidad de macollos puede explicar en varios de los establecimientos evaluados el peso promedio de los mismos y que a su vez esto guarda relación con la distancia a la aguada. Esta relación es mucho más evidente en *Poa ligularis*, donde se observa claramente que a densidades de macollos bajas predominan plantas con macollos más pesados y en general se ubican en cercanías de la aguada (Figura 8 a y b). En los potreros Los Cedros y El Porvenir (Figura 8 c y d) si bien se observa una cierta relación entre el peso de los macollos y su densidad, no guarda la misma relación observada en cuanto a la distancia de la aguada. Esto puede estar relacionado con una modificación en el manejo del potrero, el cual se encontraba con baja carga en los últimos años luego de soportar una importante presión de pastoreo

durante los últimos períodos de sequía (Comunicación personal con el propietario).

Este manejo de pastoreo continuo durante los últimos años, puede explicar una extinción de plantas forrajeras cerca de la aguada y por ello los mayores pesos y menores densidades se encuentren alejados de la aguada, ya que en cercanías de la misma las plantas colectadas eran muy jóvenes, de una repoblación reciente donde se observó la corona de plantas adultas muertas en períodos anteriores. En *Piptochaetium napostaense*, en tres de los donde se colectaron plantas, La Legua 1, El Porvenir y La Quince (Figuras 8 a, c y e), se observa también que con las menores densidades de macollos se registraron los mayores pesos de los mismos, mientras que en el resto de los potreros evaluados la relación entre estos dos parámetros no es significativa ($P > 0.05$), como ocurre en La Legua 2 y Los Cedros (Figura 8 b y d). Sin embargo en estos dos lugares se observa que para pesos similares las menores densidades de macollos están en cercanías de las aguadas.

Las especies forrajeras van cambiando su morfofisiología en respuesta al pastoreo (Briske 1996). Uno de los parámetros utilizados en este trabajo para su medición es la profundidad de enterrado y, tal como se puede observar en la Figura 9, esta guarda relación con el peso de los macollos y la distancia a la aguada. En general, las mayores profundidades se corresponden con macollos más pesados en los individuos colectados cerca de la aguada, siendo más notable en *Poa ligularis* que en *Piptochaetium napostaense*.

En cuanto a *Poa ligularis*, se observa que en sectores cerca de la aguada los macollos están más enterrados y tienen mayores pesos, tal como se evidencia en el establecimiento La Legua (Figura 9 a y b). Esta tendencia se puede ver modificada por la presión de pastoreo, como se observa en El Porvenir (Figura 9 c), donde no existen marcadas diferencias en cuanto a cercanía/lejanía a la aguada, principalmente en *Piptochaetium napostaense*. Como se mencionó anteriormente esto se explica por un pastoreo intenso acompañado de sequías en los últimos años que han provocado gran mortandad de plantas, principalmente, cerca de la aguada, por lo que los individuos recolectados son jóvenes y de escasa profundidad de enterrado.

Piptochaetium napostaense presenta una tendencia similar a la de *Poa ligularis*, pero menos marcada, es decir que no hay grandes diferencias en la cercanía/lejanía a la aguada en cuanto a profundidad de enterrado y peso de macollos. Vale mencionar la particularidad encontrada en los potreros de El Porvenir y Los Cedros donde no se evidencia correlación entre la profundidad de enterrado y el peso de los macollos en los individuos de *Piptochaetium napostaense*. Esto podría estar explicado una vez más por la historia de pastoreo de los sitios. Justamente para esta especie se observó que la diferenciación morfológica entre las plantas con diferentes historias de pastoreo

parece ser el resultado de una respuesta fenotípicamente plástica de genotipos ya adaptados (Tomás et al. 2000)

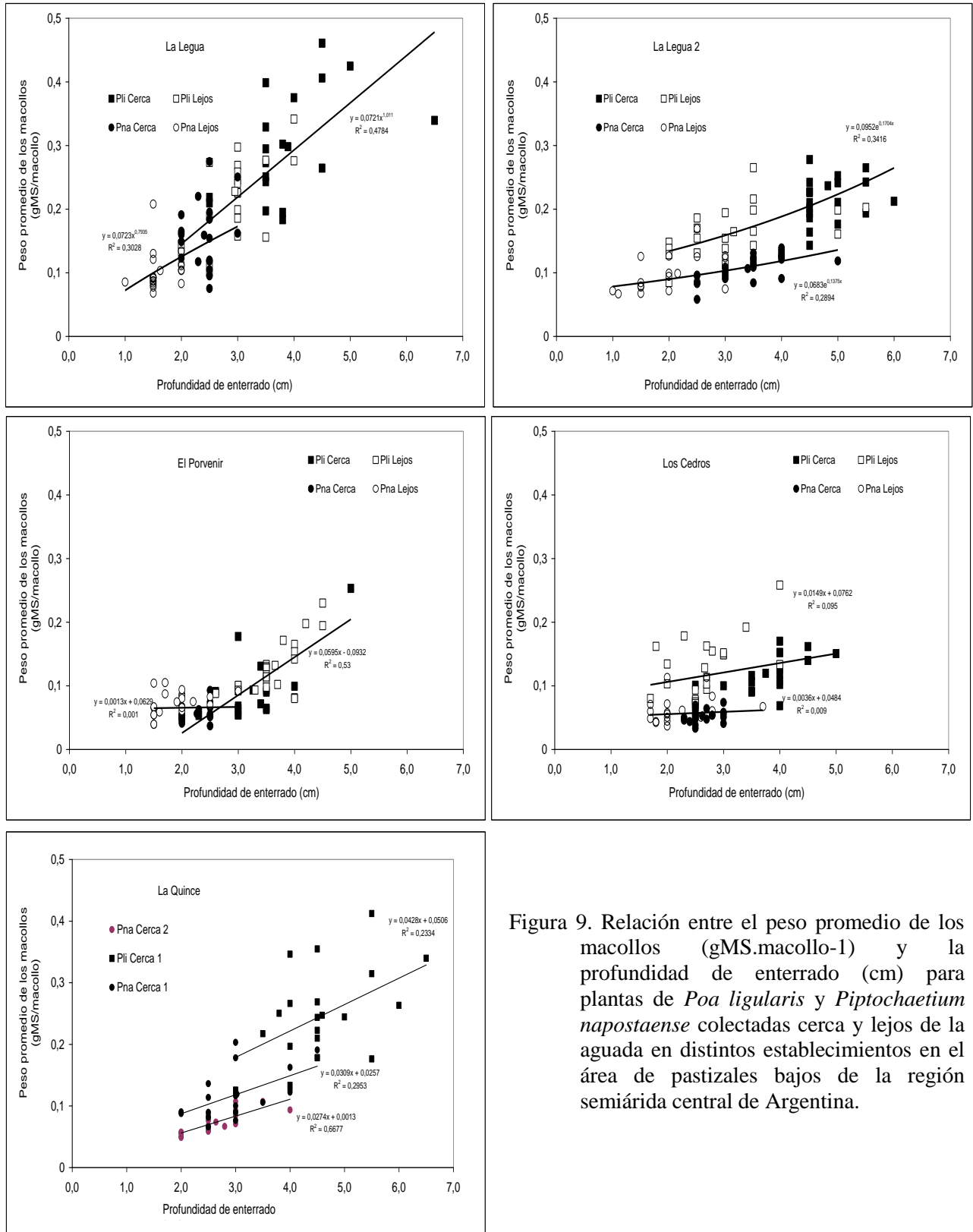


Figura 9. Relación entre el peso promedio de los macollos (gMS/macollo-1) y la profundidad de enterrado (cm) para plantas de *Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense* colectadas cerca y lejos de la aguada en distintos establecimientos en el área de pastizales bajos de la región semiárida central de Argentina.

Es bien conocido que la estructura de las plantas es afectada por el pastoreo en cuanto a tamaño de las coronas (Briske 1996) y pero muy poco conocido en cuanto a la profundidad de enterrado de sus coronas (Martin 2013, Cerrato et al 2015). El tamaño de las coronas constituye un indicador de la respuesta al pastoreo de las plantas y de la producción potencial de las mismas y esta relacionado con la cantidad de macollos y el tamaño o peso de los mismos. El pastoreo tiene efecto sobre la conformación y estructura de las coronas de acuerdo a la intensidad y momento en que se realiza (Briske 1996; Briske y Denver 1998).

Los pastoreos continuos afectan el desarrollo y perpetuación de las plantas ya que las mismas son sometidas a una extracción permanente de fitomasa, lo que provoca mortandad de macollos aún cuando no lleguen a florecer. Los pastoreos moderados y estacionales tienen efectos diversos que dependen del momento en el que se realicen y pueden favorecer la durabilidad de las plantas forrajeras en el potrero.

Modelo conceptual sobre la dinámica de la estructura de las plantas en condiciones de pastoreo

El rango de alturas de defoliación en el que se puede observar la compensación peso/densidad de macollos, varía de una especie a otra, dependiendo del tamaño natural de los macollos y no se observa en situaciones de defoliación leve o excesiva. Por ejemplo, raigrás perenne es capaz de mostrar una alta plasticidad en términos de compensación entre el tamaño y número de macollos en una amplia gama de condiciones de manejo del pastoreo (Assuero y Tognetti. 2010). Esta compensación se produce en respuesta a los cambios en el índice de área foliar (IAF) y en las variables de estado relacionadas con ella (por ejemplo, altura del pastizal, fitomasa).

Teniendo en cuenta las características estructurales que determinan el IAF del pastizal, la densidad de macollos es el parámetro que ofrece a las plantas la más alta flexibilidad de adaptación a diferentes regímenes de pastoreo (Assuero y Tognetti. 2010). De acuerdo con la bibliografía, en los pastizales pastoreados intensamente, el IAF se optimiza a través de una alta densidad de macollos pequeños, mientras que en los pastizales levemente pastoreados se optimiza mediante una baja densidad de macollas mas grandes (Assuero y Tognetti. 2010). En consecuencia, el aumento o la disminución de la densidad de macollos no serían un indicador preciso del vigor del pastizal en sí mismo y podría, en ciertas circunstancias, simplemente reflejar la compensación con el tamaño de los macollos en respuesta a cambios en la intensidad de la defoliación (Matthew et al. 1995).

En términos generales en este trabajo, se puede observar una relación de compensación entre el peso de los macollos y la densidad de los mismos para ambas especies estudiadas (Assuero y Tognetti. 2010). Sin embargo, esa relación es mucho mas evidente para *Poa ligularis* y en aquellos potreros donde el pastoreo ha sido moderado. Teniendo en cuenta sólo aquellas áreas donde esta relación es mas evidente (La Legua y La Quince), se observan claras diferencias entre los atributos de plantas colectadas cerca y lejos de la aguada. (Figura 10).

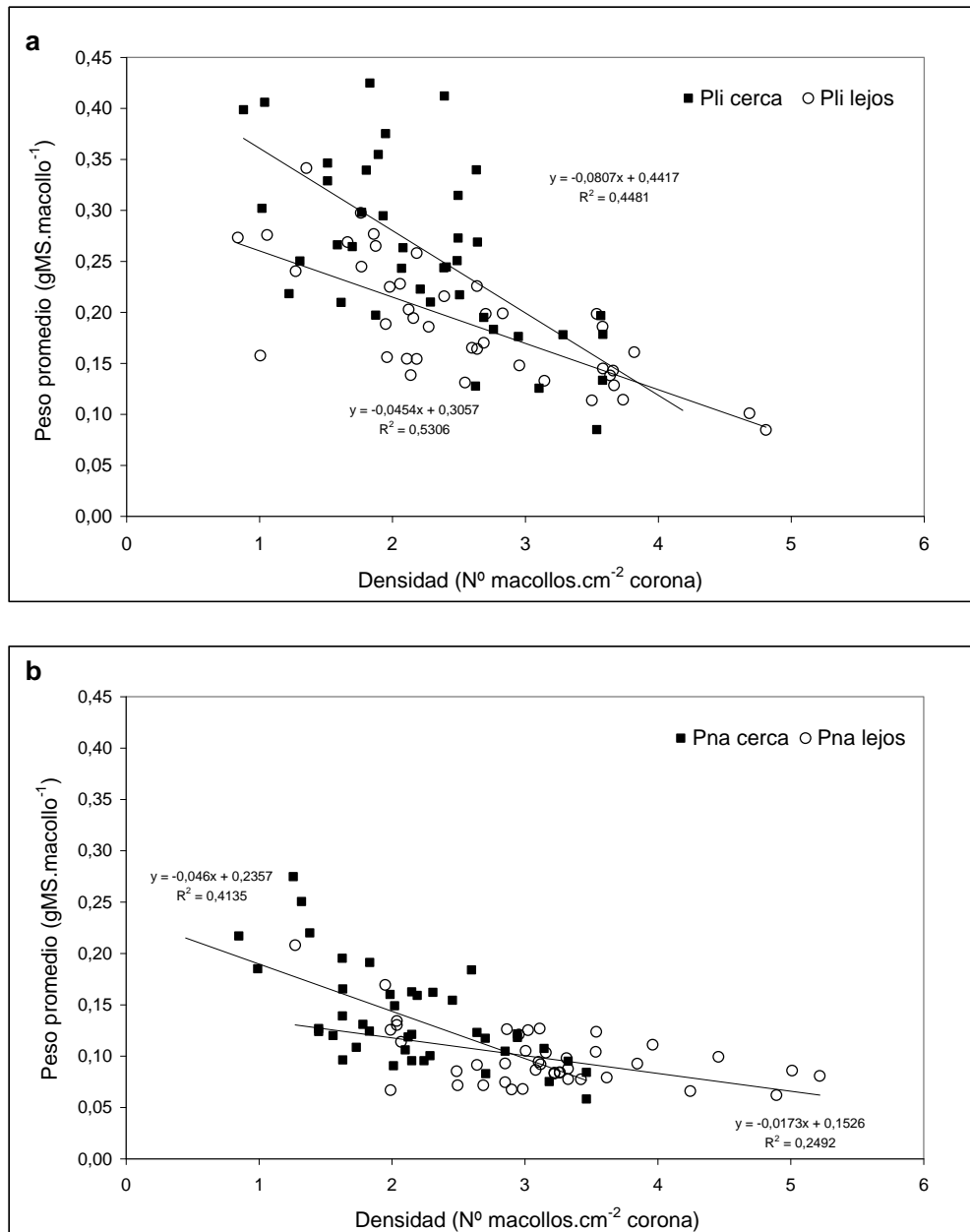


Figura 10. Relación entre el peso (g.macollo⁻¹) y la densidad de macollos (N° macollos.cm⁻² corona) en los potreros donde se observan diferencias en las áreas de pastoreo cercanas y alejadas de la aguada. a. *Poa ligularis*, b. *Piptochaetium napostaense*.

En la figura 10 se observa que para un mismo gradiente de densidad se pueden identificar los dos grupos de plantas, uno de ellos con mayor peso de los macollos correspondientes con las áreas mas cercanas y alejadas de la aguada respectivamente

Se menciona que en los pastizales pastoreados intensamente, el IAF se optimiza a través de una alta densidad de macollos pequeños, mientras que en los pastizales levemente pastoreados se optimiza mediante una baja densidad de grandes macollos (Assuero y Tognetti. 2010). Para ambas especies y si se analizan independientemente ambas situaciones de pastoreo que resultan de la proximidad de la aguada la relación la relación peso/densidad de macollos coincidir con lo mencionado anteriormente. Pero en un mismo potrero se dan ambas situaciones de pastoreo y si se consideran los resultados en su conjunto, no coinciden con lo mencionado en la bibliografía respecto a la relación entre la compensación Peso/Densidad de macollos y la intensidad de pastoreo (Matthew et al. 1995, Assuero y Tognetti. 2010). Estos resultados en su conjunto, podrían estar indicando una dinámica de la relación Peso/densidad de los macollos que incluye un pastoreo mas intenso y extractivo que el considerado en la bibliografía (Assuero y Tognetti. 2010) como el que ocurre en cercanías de las aguadas y cuyas consecuencias aún no han sido evaluadas en el comportamiento morfofisiológico de las plantas. Algunas plantas en cercanías de la aguada tienen muy pocos macollos y los mayores pesos individuales observados (Figura 10), a su vez, son los individuos que poseen sus coronas mas enterradas (Figura 9), por lo tanto se podría pensar en un mecanismo de compensación inversa para estas situaciones, donde la disminución de la densidad y el aumento de peso de los macollos sea la estrategia para tolerar severos niveles de pastoreo (Xia et al, 1994) previo a la extinción de las plantas.

En base a estos resultados obtenidos y lo que ya se conoce sobre la dinámica de las plantas bajo pastoreo (Briske 1995; 1996; Briske y Denver 1998; Xia et al, 1994; Matthew et al. 1995, Assuero y Tognetti. 2010) se podría establecer un modelo conceptual que explique la dinámica de las principales especies forrajeras de los pastizales bajos de la región semiárida pampeana (*Poa ligularis* y *Piptochaetium napostaense*) desde su establecimiento hasta situaciones de pastoreo severo. Cuando las plántulas se establecen tienen pocos macollos (Figura 11 y 12), son mas pesados que en situaciones de pastoreo y están poco enterrados. A una misma presión de pastoreo, moderada, las plantas se van desarrollando y aumentando la densidad de macollos (Figura 11) y la profundidad de enterrado (Figura 12), con ello aumenta la competencia entre ellos ya que están siendo pastoreadas y es allí cuando se observa una disminución en el peso promedio. Hasta aquí, los

resultados son coincidentes con los trabajos que discuten la relación compensatoria entre el peso y la densidad de los macollos para mantener un cierto IAF.

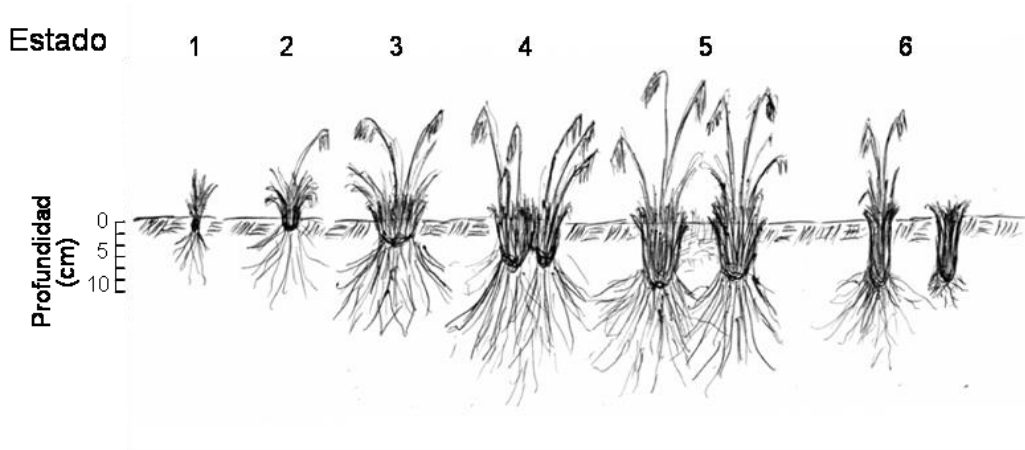


Figura 11. Modelo conceptual sobre la dinámica del tamaño y profundidad de enterrado de plantas forrajeras en condiciones de pastoreo.

Entonces, si en la figura 10 ay b, se traza una línea a través de ambos grupos de plantas (siguiendo la trayectoria de las líneas de regresión) partiendo de aquellas con menor densidad y peso, siguiendo el gradiente de densidad primero y de peso de los macollos después, se puede observar una posible dinámica que tendrían las plantas en situaciones de pastoreo (Figura 12).

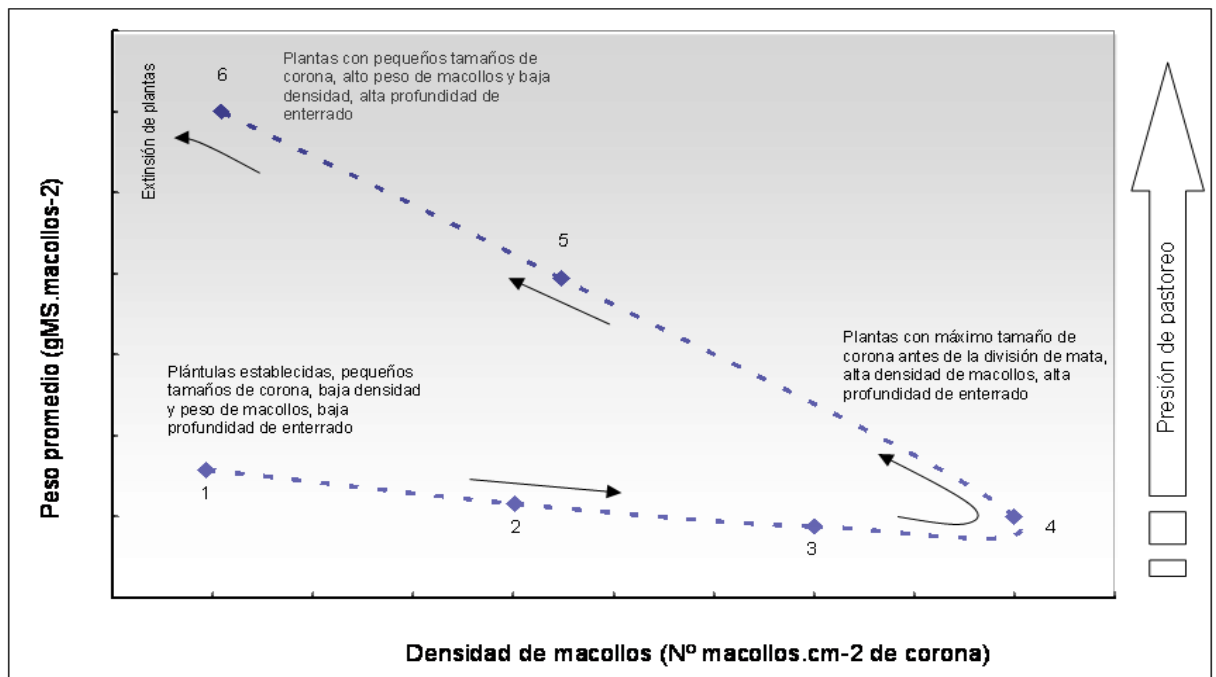


Figura 12. Modelo conceptual sobre la dinámica de parámetros estructurales para plantas forrajeras en situación de pastoreo.

Luego, siguiendo con el modelo de la Figura 12, se llegaría a un umbral de máximo diámetro y máxima densidad de macollos que dependerá en cada caso del ambiente y del manejo y, por efecto del pastoreo o la floración, los macollos del centro irían muriendo (Briske & Derner 1998; Briske 1991 y 1996, Figura 11 y 12).

Es aquí que si la presión de pastoreo aumenta, como el que podría ocurrir en cercanías de las aguadas, entonces las plantas priorizarían menor densidad y mayor peso individual (cuestión de supervivencia) en coincidencia con los resultados reportados por Xia et al. (1994) para situaciones de pastoreo severo, hasta llegar a un extremo de mínima densidad de macollos y máximo peso individual, con posibilidades de extinción de las plantas.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo, permiten confirmar en las plantas forrajeras, la existencia de diferencias morfométricas entre aquellas colectadas cerca de las aguadas (mayor presión de pastoreo) y lejos de las aguadas (menor presión de pastoreo). La mayor profundidad de enterrado, junto con el mayor peso de los macollos y la menor densidad de los mismos hallado cerca de las aguadas, hace pensar en la existencia de mecanismos para tolerar el pastoreo.

CONSIDERACIONES FINALES

Tanto *Poa ligularis* como *Piptochaetium napostaense* muestran mecanismos de compensación de peso/densidad de macollos aún en situaciones de altas intensidades de pastoreo. De acuerdo a los parámetros morfofisiológicos estudiados, *Poa ligularis* parece tener mayor plasticidad fenotípica que *Piptochaetium napostaense* frente al pastoreo moderado, pero en condiciones de pastoreo intenso o severo podría ser más susceptible, mientras que esta última parece ser mucho más tolerante a estas condiciones. De esta manera, si en un potrero una comunidad de pastizal posee en mayor proporción plantas con distinta densidad de macollos y bajo peso de los mismos se podría pensar que se encuentra en un buen estado de condición. Por otra parte, en aquellos potreros donde predominen plantas muy enterradas y con baja densidad de macollos pesados, se estaría en presencia de una situación que en el corto plazo podría experimentar una pérdida importante de plantas forrajeras y con ello de producción si no se toman medidas que permitan el restablecimiento de plántulas. Ello implica importantes cambios en el manejo del pastizal que permitan la recuperación de las plantas evitando el pastoreo de los rebrotes y permitiendo la floración de los macollos remanentes. Con esto se podría ir recuperando el banco de semillas de las forrajeras y así asegurar el establecimiento de nuevas plántulas que favorecerá el

desarrollo futuro del pastizal. El conocimiento de estos mecanismos puede ayudar en la toma de decisiones de manejo para optimizar la acumulación y calidad del forraje.

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a los propietarios de los establecimientos donde se realizaron los muestreos, al Ing.Agr. Ricardo HEVIA propietario de los Establecimientos La Legua y La Quince, al Sr. Eduardo GONZALES propietario de los establecimientos Los Cedros y El Porvenir. A Florencia y Celeste por la ayuda en muestreos a campo.

BIBLIOGRAFIA

- Aguiar M.R., Paruelo J.M., Sala O.E. and Lauenroth W.K. 1996. Ecosystem responses to changes in plant functional type composition: an example from the Patagonian steppe. *J. Veget. Sci.* 7: 381–390
- Altesor A., M. Oesterheld, E. Leoni, F. Lezama Y C. Rodríguez. 2004. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecology* (2005) 179:83–91
- Assuero S. G.Y J. A. Tognetti. 2010. Tillering Regulation by Endogenous and Environmental Factors and its Agricultural Management. *The Americas Journal of Plant Science and Biotechnology*. Global Science Books.
- 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*. Tumber 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
- Bucher E.H. 1987. Herbivory in Arid and Semiarid Regions of Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*. Vol. 60 :265-273.
- Busso C.A., J.H. Richards & N.J. Chatterton. 1990. Nonstructural carbohydrates and spring regrowth of two cool-season grasses: Interaction of drought and clipping. *Journal of Range Management* 43(4): 336-343
- Cabrera A. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. *Enc. Arg. Agr. y Jard.* Tomo II, Fasc. 2. Acmé. 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.
- Cerrato B.E., M.A. Elizalde, R.D. Ernst y H.D. Estelrich. 2015. Aspectos morfométricos de las principales especies del pastizal en diferentes situaciones de pastoreo en áreas de pastizales bajos de la region semiárida central de Argentina. XXXV Jornadas Argentinas de Botanica
- Diaz S., S. Lavorel, S. McIntyre, V. Falczuk, F. Casanoves, D. Milchunas, C. Skarpe, G. Rusch, M. Stenberg, I. Noy-Meur, J. Landsberg, W. Zhang, H. Clark and B.D. Campbell. 2007. Plant trait responses to grazing – a global synthesis. *Global Change Biology* 13:313-341.
- Estelrich H.D., C.C. Chirino, E.F Morici Y B. Fernandez. 2005. Dinámica de areas 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.).
- Hobbs N.T., Baker D.L., Bear G.D. and Bowden D.C. 1996. Ungulate grazing in sagebrush grassland: mechanisms of resource competition. *Ecol. Appl.* 6: 200–217.
- Martin F. 2013. Posición de las yemas de renuevo como estrategia para tolerar el pastoreo en las principales especies del pastizal bajo en la región semiárida central de Argentina. Trabajo final de graduación para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Aprobado 2013. Facultad de Agronomía UNLPam.
- Martin F. 2014. 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. Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía UNLPam Estelrich H.D., F. Martin y R. Ernst.
- Martin F., R. Ernst Y H.D. Estelrich. 2013. Posición de las yemas basales como estrategia para tolerar el pastoreo en las principales especies del pastizal bajo en la región semiárida central de Argentina. Congreso de Pastizales Naturales (VI Congreso Nacional, III Congreso del MERCOSUR, II Jornada Técnica de Productores). 9 al 12 de Abril de 2013. Santa Rosa (La Pampa)
- Matthew C., G. Lemaire, N.R. Sackville Hamilton and A. Hernández Garay. 1995. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. *Annals of Botany* 76:579-587.

- McIntyre S. and Lavorel S. 2001. Livestock grazing in subtropical pastures: steps in the analysis of attribute response and plant functional types. *J. Ecol.* 89: 209–226.
- Milchunas D.G. and Lauenroth W.K. 1993. A quantitative assessment of the effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecol. Monogr.* 63: 327–366
- Noy-Meir I., Gutman M. and Kapland Y. 1989. Responses of Mediterranean grassland plants to grazing and protection. *J. Ecol.* 77: 290–310.
- Oesterheld M., J. Loreti, M. Semmartin and J.M. Paruelo. 1999. Grazing, fire, and climate effects on primary productivity of grasslands and savannas. In: Walker L. (ed.), *Ecosystems of Disturbed Ground*. Elsevier Science, Oxford, pp. 287–306.
- Peinetti R., M. Pereyra, A. Kin and A. Sosa. 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of caldén (*Prosopis caldenia*) seeds. *Journal of Range Management* 46: 483-486.
- Rodriguez C., Leoni E., Lezama F. and Altesor A. 2003. Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *J. Veget. Sci.* 14: 433–440.
- Sala O.E. 2001. Temperate Grasslands. Pages 121-137 in F. S. Chapin, O. E. Sala, & E. Huber-Sannwald, editors. *Global Biodiversity in a Changing Environment: Scenarios for the 21st Century*. Springer Verlag, New York.
- Sala O.E., A.T. Austin & L. Vivanco. 2001. Temperate grassland and shrubland ecosystems. Pages 627-635 in S. Levin, editor. *Encyclopedia of Biodiversity*. Academic Press, San Diego.
- Sala O.E., L. Vivanco & P. Flombaum, 2013. Grassland Ecosystems. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 4: 1-7
- Schlesinger W.H., Reynolds J.F., Cunningham G.L., Huenneke L.F., Jarrell W.M., Virginia R.A. and Whitford W.G. 1990. Biological feedbacks in global desertification. *Science* 247: 1043–1048.
- Tomás M.A., A.D. Carrera Y M. Poverene. 2000. Is there any genetic differentiation among populations of *Piptochaetium napostaense* (Speg.) Hack (Poaceae) with different grazing histories?. *Plant Ecology* 147: 227–235
- Xia J.X., J. Hodgson & A.C.P. Chu (1994) Effects of severity of grazing on tissue turnover in Matua prairie grass dairy pasture, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 37:1, 41-50,

ANEXOS

Poa ligularis

Análisis de la varianza

Profundidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	Profundidad	42	0,12	0,09	16,08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,64	1	1,64	5,30	0,0266
Cerca/Lejos	1,64	1	1,64	5,30	0,0266
Error	12,36	40	0,31		
Total	14,00	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34668

Error: 0,3089 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.	
1,00	3,26	21	0,12	A
2,00	3,66	21	0,12	B

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

Peso macollos

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	Peso macollos	42	0,17	0,15	39,15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,02	1	0,02	8,11	0,0069
Cerca/Lejos	0,02	1	0,02	8,11	0,0069
Error	0,08	40	1,9E-03		
Total	0,09	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02750

Error: 0,0019 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.	
1,00	0,09	21	0,01	A
2,00	0,13	21	0,01	B

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

Densidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	Densidad	42	0,22	0,20	35,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	14,05	1	14,05	11,03	0,0019
Cerca/Lejos	14,05	1	14,05	11,03	0,0019
Error	50,94	40	1,27		
Total	64,99	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,70387

Error: 1,2735 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
2,00	2,57	21 0,25 A
1,00	3,72	21 0,25 B

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

Profundidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	Profundidad	42	0,45	0,44	19,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,36	1	12,36	33,10	<0,0001
Cerca/Lejos	12,36	1	12,36	33,10	<0,0001
Error	14,94	40	0,37		
Total	27,30	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38113

Error: 0,3734 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
2,00	2,67	21 0,13 A
1,00	3,75	21 0,13 B

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

Peso macollos

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	Peso macollos	42	0,01	0,00	31,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,6E-04	1	7,6E-04	0,49	0,4898
Cerca/Lejos	7,6E-04	1	7,6E-04	0,49	0,4898
Error	0,06	40	1,6E-03		
Total	0,06	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02473

Error: 0,0016 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
1,00	0,12	21 0,01 A
2,00	0,13	21 0,01 A

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

Densidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	Densidad	42	9,0E-04	0,00	32,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	1	0,03	0,04	0,8506
Cerca/Lejos	0,03	1	0,03	0,04	0,8506
Error	38,48	40	0,96		
Total	38,52	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61178

Error: 0,9621 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
1,00	3,00	21	0,21 A
2,00	3,06	21	0,21 A

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3,00	Profundidad	23	0,00	0,00	20,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	0	0,00	0,00	>0,9999
Cerca/Lejos	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	18,48	22	0,84		
Total	18,48	22			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61178

Error: 0,8401 gl: 22

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
1,00	4,47	23	0,19 A

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3,00	Peso macollos	23	0,00	0,00	34,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	0	0,00	0,00	>0,9999
Cerca/Lejos	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	0,15	22	0,01		
Total	0,15	22			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61178

Error: 0,0067 gl: 22

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
1,00	0,23	23	0,02 A

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3,00	Densidad	23	0,00	0,00	25,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	0	0,00	0,00	>0,9999
Cerca/Lejos	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	9,63	22	0,44		

Total 9,63 22

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,61178

Error: 0,4377 gl: 22

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
1,00	2,57	23 0,14 A

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

Profundidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4,00	Profundidad	42	0,32	0,31	20,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,38	1	9,38	19,14	0,0001
Cerca/Lejos	9,38	1	9,38	19,14	0,0001
Error	19,60	40	0,49		
Total	28,98	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,43660

Error: 0,4900 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
2,00	2,95	21 0,15 A
1,00	3,90	21 0,15 B

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

Peso macollos

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4,00	Peso macollos	42	0,28	0,26	29,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,09	1	0,09	15,41	0,0003
Cerca/Lejos	0,09	1	0,09	15,41	0,0003
Error	0,24	40	0,01		
Total	0,33	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04832

Error: 0,0060 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
2,00	0,22	21 0,02 A
1,00	0,31	21 0,02 B

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

Densidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4,00	Densidad	42	0,06	0,04	40,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,70	1	1,70	2,73	0,1061

Cerca/Lejos	1,70	1	1,70	2,73	0,1061
Error	24,84	40	0,62		
Total	26,54	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49152

Error: 0,6210 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
1,00	1,77	21 0,17 A
2,00	2,17	21 0,17 A

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5,00	Profundidad	42	0,54	0,53	19,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29,46	1	29,46	47,73	<0,0001
Cerca/Lejos	29,46	1	29,46	47,73	<0,0001
Error	24,69	40	0,62		
Total	54,15	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,49000

Error: 0,6172 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
2,00	3,15	21 0,17 A
1,00	4,83	21 0,17 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5,00	Peso macollos	42	0,14	0,12	44,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,05	1	0,05	6,73	0,0132
Cerca/Lejos	0,05	1	0,05	6,73	0,0132
Error	0,33	40	0,01		
Total	0,38	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,05626

Error: 0,0081 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
2,00	0,16	21 0,02 A
1,00	0,24	21 0,02 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5,00	Densidad	42	0,45	0,43	26,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12,62	1	12,62	32,26	<0,0001
Cerca/Lejos	12,62	1	12,62	32,26	<0,0001
Error	15,65	40	0,39		
Total	28,28	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,39019

Error: 0,3914 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
1,00	1,82	21 0,14 A
2,00	2,92	21 0,14 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	Profundidad	42	0,18	0,16	18,40

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,32	1	1,32	8,97	0,0047
Cerca/Lejos	1,32	1	1,32	8,97	0,0047
Error	5,90	40	0,15		
Total	7,23	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23961

Error: 0,1476 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
2,00	1,91	21 0,08 A
1,00	2,27	21 0,08 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	Peso macollos	42	0,29	0,27	22,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,6E-03	1	3,6E-03	16,09	0,0003
Cerca/Lejos	3,6E-03	1	3,6E-03	16,09	0,0003
Error	0,01	40	2,2E-04		
Total	0,01	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00928

Error: 0,0002 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.
1,00	0,06	21 3,2E-03 A
2,00	0,07	21 3,2E-03 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	Densidad	42	0,26	0,24	30,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,45	1	15,45	13,70	0,0006
Cerca/Lejos	15,45	1	15,45	13,70	0,0006
Error	45,12	40	1,13		
Total	60,57	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66242

Error: 1,1279 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.	
2,00	2,91	21	0,23 A
1,00	4,12	21	0,23 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	Profundidad	42	0,17	0,15	16,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,36	1	1,36	8,37	0,0061
Cerca/Lejos	1,36	1	1,36	8,37	0,0061
Error	6,50	40	0,16		
Total	7,86	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,25149

Error: 0,1626 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.	
2,00	2,27	21	0,09 A
1,00	2,63	21	0,09 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	Peso macollos	42	0,07	0,05	28,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,2E-04	1	8,2E-04	3,18	0,0821
Cerca/Lejos	8,2E-04	1	8,2E-04	3,18	0,0821
Error	0,01	40	2,6E-04		
Total	0,01	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01004

Error: 0,0003 gl: 40

Cerca/Lejos Medias	n	E.E.	
1,00	0,05	21	3,5E-03 A
2,00	0,06	21	3,5E-03 A

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

Densidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	Densidad	42	1,7E-03	0,00	32,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,14	1	0,14	0,07	0,7946
Cerca/Lejos	0,14	1	0,14	0,07	0,7946
Error	83,91	40	2,10		
Total	84,06	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90338

Error: 2,0978 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
2,00	4,42	21	0,32 A
1,00	4,54	21	0,32 A

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3,00	Profundidad	42	0,00	0,00	21,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	0	0,00	0,00	>0,9999
Cerca/Lejos	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	15,74	41	0,38		
Total	15,74	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90338

Error: 0,3839 gl: 41

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
1,00	2,83	42	0,10 A

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3,00	Peso macollos	42	0,00	0,00	38,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	0	0,00	0,00	>0,9999
Cerca/Lejos	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	0,06	41	1,4E-03		
Total	0,06	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90338

Error: 0,0014 gl: 41

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
1,00	0,10	42	0,01 A

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

Densidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3,00	Densidad	42	0,00	0,00	33,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,00	0	0,00	0,00	>0,9999
Cerca/Lejos	0,00	0	0,00	sd	sd
Error	56,63	41	1,38		
Total	56,63	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,90338

Error: 1,3811 gl: 41

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
1,00	3,50	42	0,18 A

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4,00	Profundidad	42	0,64	0,63	14,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,39	1	6,39	71,24	<0,0001
Cerca/Lejos	6,39	1	6,39	71,24	<0,0001
Error	3,59	40	0,09		
Total	9,98	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,18678

Error: 0,0897 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
2,00	1,63	21	0,07 A
1,00	2,41	21	0,07 B

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

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4,00	Peso macollos	42	0,33	0,31	31,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,03	1	0,03	19,66	0,0001
Cerca/Lejos	0,03	1	0,03	19,66	0,0001
Error	0,07	40	1,7E-03		
Total	0,10	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,02548

Error: 0,0017 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.
2,00	0,10	21	0,01 A
1,00	0,16	21	0,01 B

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

Densidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
4,00	Densidad	42	0,26	0,24	27,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,17	1	7,17	13,76	0,0006
Cerca/Lejos	7,17	1	7,17	13,76	0,0006
Error	20,85	40	0,52		
Total	28,02	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,45031

Error: 0,5213 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.	
1,00	2,19	21	0,16	A
2,00	3,02	21	0,16	B

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

Profundidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5,00	Profundidad	42	0,47	0,46	24,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16,28	1	16,28	35,91	<0,0001
Cerca/Lejos	16,28	1	16,28	35,91	<0,0001
Error	18,13	40	0,45		
Total	34,40	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,41990

Error: 0,4532 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.	
2,00	2,16	21	0,15	A
1,00	3,40	21	0,15	B

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

Peso macollos

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5,00	Peso macollos	42	0,03	1,9E-03	22,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,0E-04	1	6,0E-04	1,08	0,3054
Cerca/Lejos	6,0E-04	1	6,0E-04	1,08	0,3054
Error	0,02	40	5,5E-04		
Total	0,02	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01467

Error: 0,0006 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.	
2,00	0,10	21	0,01	A
1,00	0,11	21	0,01	A

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

Densidad

Lugar	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
5,00	Densidad	42	0,33	0,31	33,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,46	1	15,46	19,28	0,0001
Cerca/Lejos	15,46	1	15,46	19,28	0,0001
Error	32,07	40	0,80		
Total	47,53	41			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,55848

Error: 0,8017 gl: 40

Cerca/Lejos	Medias	n	E.E.	
1,00	2,10	21	0,20	A
2,00	3,31	21	0,20	B

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