



Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

**Universidad Nacional de La Plata**

**Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales**

**Trabajo Final de Carrera**

**Influencia del pastoreo en la estructura de la vegetación y algunas  
propiedades del suelo en dos comunidades naturales del Noreste de la Pampa  
Deprimida.**

Carrera: Ingeniería Agronómica

Nombre de los alumnos:

**Martín Francisco Ferranti**

N° Legajos: 27036/8

[martin\\_ferranti@hotmail.com](mailto:martin_ferranti@hotmail.com)

**Francisco Municoy**

N° Legajos: 26827/8

[franciscomunicoy@gmail.com](mailto:franciscomunicoy@gmail.com)

Directora: Ing. Agr. Cristina Vecchio

Co-directora: Ing. Agr. Andrea Pellegrini

Fecha de entrega: 8 de Junio 2018

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>HIPÓTESIS</b> .....	6
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	6
Objetivos parciales .....	6
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	7
Sistema de estudio .....	7
Sitio de estudio .....	7
Determinación de la estructura de la vegetación .....	8
Determinación de las propiedades químicas del suelo .....	9
<b>RESULTADOS</b> .....	10
1. Estructura de la vegetación.....	10
Riqueza y Diversidad florística .....	10
Grupos funcionales .....	11
2. Propiedades químicas del suelo .....	17
<b>DISCUSIÓN</b> .....	21
<b>CONCLUSIONES</b> .....	24
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	28

## RESUMEN

En esta tesis se investigó el impacto que el pastoreo continuo y rotativo tienen en la estructura de la vegetación y en algunas propiedades del suelo en las comunidades de pradera húmeda de mesófitas (PHM) y estepa de halófitas (EH), en un mismo paisaje en la localidad de Vieytes, partido de Magdalena, provincia de Buenos Aires. Se seleccionaron lotes con la presencia de las dos comunidades. Los establecimientos estudiados con pastoreo rotativo fueron: “El Vecino” con  $1 \text{ EV} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  (alta carga  $R_1$ ) y “El amanecer” carga de aproximadamente  $0,6 \text{ EV} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  (baja carga  $R_2$ ). Mientras que el estudiado con pastoreo continuo fue: “Los Gauchos” con  $1 \text{ EV} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ . Todos se pastorearon con vaca de cría. En la PHM la implementación del  $R_2$  disminuyó la riqueza y la diversidad florística, mientras que el  $R_1$  se comportó de igual manera que el continuo, mostrando mayores valores de riqueza y diversidad. La cobertura vegetal y la broza mantuvieron los mismos valores en C,  $R_1$  y  $R_2$ . Los grupos funcionales gramíneas C3 anual, dicotiledóneas y leguminosas mostraron cambios a favor del pastoreo rotativo mientras que gramíneas C3 y C4 perennes y monocotiledóneas no mostraron diferencias. Con pastoreo rotativo la MO fue mayor solo en los estratos de 5-20 cm, la RAS y el pH fueron menores en todas las profundidades y CE no mostró diferencias respecto al continuo. En la EH la implementación del pastoreo rotativo aumentó la riqueza y la diversidad florística, la cobertura vegetal, la broza y la de los grupos funcionales de gramíneas C3 anuales y perennes, C4 perennes, dicotiledóneas y leguminosas. Fue mayor la MO y menor la RAS, pH y CE con respecto a las áreas bajo pastoreo continuo. Estos resultados dejan en claro el beneficio del método rotativo para las dos comunidades.

## INTRODUCCIÓN

Las modificaciones que el hombre realiza en el pastizal cubren un amplio rango de alteraciones, desde la apropiación de una parte de la productividad a través de la herbivoría por ganado doméstico, hasta una modificación de la estructura de la vegetación (Paruelo et al., 2004). La influencia de los grandes herbívoros, a través del pastoreo sobre la estructura de la vegetación en pastizales es compleja, ya que no sólo remueven una gran proporción de la biomasa aérea, sino que producen efectos sobre la dispersión, el establecimiento, el crecimiento y la reproducción de las plantas (Belsky, 1986; Collins, 1987). Entre los efectos más comunes están los cambios en la diversidad florística (Milchunas & Lauenroth, 1993; Pettit et al., 1995; Pucheta et al., 1998) y en la disposición de la biomasa vegetal en el espacio horizontal y vertical. (Sala et al., 1986; Milchunas & Lauenroth, 1989; Molina et al., 1999). A nivel de plantas individuales la defoliación reduce el área foliar y por lo tanto la capacidad de fijar carbono, la tasa de crecimiento relativo y la acumulación de biomasa. Sin embargo, la defoliación puede dar lugar a aumentos de la tasa de crecimiento, tanto en términos absolutos como relativos (McNaughton, 1979; Oosterheld & McNaughton, 1988; 1991). Por lo tanto el pastoreo no solo produce cambios en la estructura del canopy o la composición de especies, sino que éste también tiene potencial consecuencia sobre el funcionamiento de la comunidad natural.

A lo largo de la historia productiva de la Pampa Deprimida se realizó un aprovechamiento del pastizal mediante el pastoreo en forma extensiva, con una permanencia de los animales en los potreros de forma continua a lo largo del año. Este sistema llevo a un deterioro del pastizal principalmente mediante la selección del forraje en distintos niveles por parte del ganado. Esta selectividad ocurre entre ambientes, entre sitios dentro de un mismo ambiente, entre especies y aún entre

individuos de la misma especie, y cuando más diversa es la oferta de la que disponen, mayor es el grado de selectividad que pueden ejercer (Rodríguez & Jacobo, 2012).

Tanto el pastoreo continuo como el pastoreo rotativo son métodos de defoliación intermitentes, donde la diferencia fundamental es que mientras bajo pastoreo rotativo el intervalo de defoliación o el descanso, está determinado por el hombre, en el continuo está determinado por el animal. El efecto del pastoreo en pastizales de la región ha sido estudiado en algunas comunidades más que en otras. En la pradera húmeda de mesófitas con el método de pastoreo continuo el ganado selecciona especies forrajeras de porte erecto favoreciendo el aumento de aquellas especies de formas postradas, mayormente gramíneas C4 (Jacobo, 2006). Dentro de las especies preferidas por el ganado están las gramíneas invernales quedando sometidas a muy alta presión de pastoreo, impidiendo que las plantas florezcan y se regeneren a través del banco de semillas del suelo. El pastoreo de forma continua no ofrece períodos de descanso durante los momentos de mayor crecimiento de la planta, por lo que la pérdida de vigor resulta inevitable. En consecuencia, se produce una disminución de la proporción de pastos de crecimiento otoño-invierno-primaveral, dando lugar a la invasión de plantas de hoja ancha en su mayoría exóticas, que utilizan los recursos que estos pastos dejan vacantes (Rodríguez & Jacobo, 2012), y por lo tanto son poco aprovechables por el ganado. La invasión de dicotiledóneas nativas (Insausti et al., 1995) y exóticas (León et al., 1984; Oesterheld & Sala, 1990) favorece el reclutamiento de nuevos individuos en el pastizal (Oesterheld & Sala 1990; Insausti et al., 1995; Soriano et al., 1992), incrementa la riqueza y diversidad florística y se asocia a la disminución de la productividad primaria neta aérea de estas unidades de vegetación (Rusch & Oesterheld, 1997).

En pastizales de Uruguay, por ejemplo, donde el pastoreo también aumentó la diversidad y riqueza de especies (resultado de la disminución de la cantidad de material muerto en pie y la consecuente liberación de recursos), promovió un aumento en la cobertura de especies nativas subordinadas, que a diferencia de lo que ocurre en los pastizales de la Pampa Inundable, dieron como resultado una mayor productividad primaria neta aérea de la comunidad (Altesor et al., 2005).

En cambio, en la estepa patagónica Argentina (ambiente semi-árido con corta historia de pastoreo) se observó que el pastoreo provoca un cambio en la estructura de la vegetación a través de un aumento en la proporción de suelo desnudo como consecuencia de una pérdida en la cobertura de hierbas y un reemplazo de pastos preferidos por pastos no preferidos por el pastoreo (Golluscio et al., 2009).

Estudios realizados en la Depresión del Salado, ubicada al norte de la Pampa Deprimida, demostraron que el pastoreo continuo en la estepa de halófitas provocó una disminución de la cantidad de broza, un aumento en la proporción de suelo desnudo y una disminución en el número de especies presentes con un cambio en la composición florística respecto al pastoreo rotativo y a las exclusiones. A su vez se concluyó que tanto la exclusión como el pastoreo rotativo aumentaron la riqueza y la diversidad florística, la cobertura total de broza y la de los grupos funcionales de gramíneas C3 anuales, C4 perennes, monocotiledóneas y leguminosas, y produjeron un drástico cambio en la composición florística. Estos cambios observados dieron lugar a un aumento importante del valor forrajero de la comunidad vegetal (Vecchio, 2014).

En pastizales productivos, de ambientes más fértiles, se reconoce que la riqueza o la diversidad de la vegetación aumentan con la intensidad de pastoreo hasta intensidades moderadas, y luego disminuyen a niveles de pastoreo más intensos, mientras que en pastizales poco productivos la riqueza disminuye

linealmente a medida que aumenta la intensidad de pastoreo (Milchunas et al., 1988; Cingolani et al., 2008; Loydi & Distel, 2010).

Con respecto a los suelos del pastizal, hace algunos años se creía que pocos cambios eran esperables en el contenido de carbono orgánico debido a los disturbios provocados por el pastoreo en la pradera húmeda de mesófitas, esto debido tal vez a resultados mostrados en trabajos pioneros (Lavado & Taboada, 1985). Luego con la implementación de nuevas técnicas de análisis y de simulación (CENTURY) que permitieron observar los cambios ocurridos desde hace casi 400 años, se encontraron pérdidas significativas en la materia orgánica de los suelos. Trabajos de campo mostraron que en situaciones de pastoreo continuo las mayores pérdidas de carbono orgánico ocurren principalmente en el estrato de 10 a 30 cm de profundidad, mientras existen ganancias de carbono en los primeros 5 cm (Piñeiro et al., 2004). Con respecto al método de pastoreo rotativo, (Lavado & Taboada, 1987; Lavado et al., 1995) mostraron que al cabo de cuatro años, no se habían reflejado aumentos en el contenido de carbono orgánico en el suelo.

En la comunidad de estepa de halófitas el pastoreo continuo ha provocado la disminución de la cobertura del suelo, incrementando su temperatura y con ello la evaporación de agua desde su superficie (Lavado & Taboada, 1987). Este proceso favorece el ascenso capilar de sales desde horizontes subsuperficiales incrementando el contenido de sales de los horizontes superiores (Taboada & Lavado, 1988; Taboada, 2005). Sin embargo, otros autores no encontraron efectos significativos del pastoreo continuo en el contenido de materia orgánica, la conductividad eléctrica, la densidad aparente, la tasa de infiltración y la estabilidad estructural del suelo (Alconada et. al., 1993). Estudios recientes demuestran que la exclusión del pastoreo en esta comunidad y el manejo del pastoreo rotativo aumentaron el contenido de materia orgánica y causaron descensos significativos

en la salinidad y el pH, con respecto a las áreas bajo pastoreo continuo (Vecchio, 2014).

Los distintos resultados observados trae la necesidad de conocer cómo afecta el pastoreo a la estructura de la vegetación en las comunidades de pradera húmeda de mesófitas y de la estepa de halófitas en la Depresión del Salado. También son escasos los datos del contenido y la variación de materia orgánica, pH, conductividad eléctrica y relación de absorción de sodio principalmente en las comunidades mencionadas, afectadas a diferentes métodos de pastoreo. Por tal motivo este trabajo intentará aportar datos con respecto a las posibles variaciones que pueda provocar el disturbio de pastoreo en las comunidades de pradera la húmeda de mesófitas y de la estepa de halófitas en el suelo.

## **HIPÓTESIS**

Los pastoreos continuo y rotativo afectan diferencialmente la estructura de la vegetación y algunas propiedades del suelo en un pastizal húmedo de mesófitas y en una estepa de halófitas en la pampa inundable.

## **OBJETIVO GENERAL**

Investigar el impacto que el pastoreo continuo y rotativo tienen en la estructura de la vegetación y en algunas propiedades del suelo en las comunidades de pradera húmeda de mesófitas y estepa de halófitas, en un mismo paisaje del Norte de la Depresión del Salado.

### **Objetivos parciales**

- Relevar la composición florística de cada situación de pastoreo y comunidad del pastizal con la finalidad de evaluar las diferencias encontradas en cada comunidad vegetal.



- Analizar carbono orgánico, pH, conductividad eléctrica y relación de absorción de sodio de los suelos de cada situación de pastoreo y comunidad del pastizal.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Sistema de estudio**

La Pampa Deprimida ocupa una extensa superficie de la región Pampeana, de aproximadamente 6 millones de hectáreas. Se caracteriza por un clima templado húmedo, sin estación seca, con un rango de temperatura media de 6,8 °C para el más frío julio (invierno) y 21,8°C en enero (verano) (Posse et al., 2006). La precipitación media anual es 1000 mm. Aunque la región se caracteriza por presentar relieve plano con pendientes menores al 1%, existe una considerable heterogeneidad geomorfológica que, sumado a la leve heterogeneidad topográfica, han determinado variaciones en el régimen de anegamiento y en las propiedades de los suelos (Chaneton, 2005). Las limitaciones ambientales han propiciado la actividad ganadera principalmente la cría de ganado vacuno.

### **Sitio de estudio**

El estudio se realizó en tres establecimientos ganaderos de cría, ubicados al noreste de la Pampa Deprimida, en la localidad de Vieytes, Partido de Magdalena. En cada establecimiento se seleccionaron lotes con la presencia de dos comunidades, pradera húmeda de mesófitas y estepa de halófitas. Dos de los establecimientos son manejados con pastoreo rotativo (PR), el establecimiento “El Amanecer” perteneciente a la Universidad Nacional de La Plata, donde el potrero que se utilizó para realizar las mediciones se maneja con una carga de aproximadamente 0,6 EV/ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> (baja carga) y un campo lindero de propiedad privada llamado “El Vecino”, que se maneja con una carga de 1 EV. ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> (alta carga). El tercer establecimiento “Los Gauchos” se encuentra a 5 kilómetros de los

anteriores e implementa pastoreo continuo (PC) a una carga animal de 1 EV.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Todos los lotes ensayados se pastorearon con la categoría vaca de cría.

El diseño experimental fue trifactorial: dos comunidades (PHM y EH), con tres tipos de pastoreo (C continuo; R<sub>1</sub> rotativo alta carga; R<sub>2</sub> rotativo baja carga) en 4 estaciones del año. La unidad experimental fueron las estacas (o estaciones de muestreo. (n=3)) .

### **Determinación de la estructura de la vegetación**

La estructura de la vegetación se determinó mediante *censos florísticos* sobre los 24 tratamientos (3 campos x 2 comunidades x 4 estaciones). Los censos se realizaron en tres sitios fijos (estaciones de muestreo (estacas)) durante las cuatro estaciones del año: otoño, invierno, primavera y verano. Los sitios de muestreo se ubicaron sobre una línea al azar con orientación N-S. Los censos se realizaron empleando el método fitosociológico de (Braun Blanquet, 1979), donde se registró una lista completa de especies presentes, la cobertura total, específica y la presencia de broza en un área de 25m<sup>2</sup>.

La cobertura de cada especie se agrupó de acuerdo a los grupos funcionales, los que se definen como agrupamientos no filogenéticos de especies, que se desempeñan de forma similar en un ecosistema en base a un conjunto de atributos biológicos comunes (Noble & Gitay, 1996). Los grupos funcionales considerados para esta tesis serán: *gramíneas anuales y perennes invernales (C3)*, *gramíneas anuales y perennes estivales (C4)*, *dicotiledóneas, monocotiledóneas y leguminosas*. Además se consideraron la presencia de *Nostoc*, broza y la cobertura total, definidos por Jacobo et al., (2006).

Análisis estadístico: Se evaluó la variación de la cobertura de cada grupo florístico a lo largo de todo el período experimental mediante análisis de varianza y test de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha = 0,05$ ).

Además se evaluó la riqueza y diversidad florística en cada uno de los tratamientos, para lograr un análisis más detallado de la vegetación. Para la diversidad específica, con los datos de cobertura basal de cada especie, se calculó la proporción relativa de cada una a lo largo de todo el ciclo. Los datos permitieron calcular el Índice de Shannon-Wiener (1949) para evaluar la diversidad florística de cada sitio (stand), según la siguiente fórmula:  $H' = -\sum p_i \ln p_i$  Donde  $H'$  = diversidad y  $p_i$  es la proporción de cada una de las especies presentes en cada sitio censado. Valores superiores a 3 muestran una buena diversidad en la vegetación. La riqueza es simplemente el número de especies diferentes que se encuentran en cada uno de los sitios censados en cada comunidad.

#### **Determinación de las propiedades químicas del suelo**

En cada tratamiento se extrajeron 3 submuestras de suelo, para conformar una muestra compuesta, a tres profundidades: 0-5cm, 5-10cm, 10-20cm, esto se realizó en las tres repeticiones.

Se evaluaron: *Carbono oxidable total* (CO), determinado por Walkley & Black modificado, digestión húmeda, micrométodo, *materia orgánica* (MO) será el resultado de multiplicar el valor de CO por el 1,724 (factor de Van Bemmelen); *pH actual*: relación suelos-agua 1:2,5; *conductividad eléctrica* (CE) en el extracto de la pasta de saturación y la relación de adsorción de sodio (RAS). Las determinaciones precedentes se llevaron a cabo mediante metodología desarrollada por el SAMLA (SAGPyA, 2004). Todos los análisis de suelo se realizaron en el laboratorio de la cátedra de Edafología de la Facultad de Ciencia Agrarias y Forestales (UNLP).

Análisis estadístico: El análisis de los parámetros edáficos se efectuó mediante ANOVA y las medias de las situaciones analizadas se compararon mediante el test de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

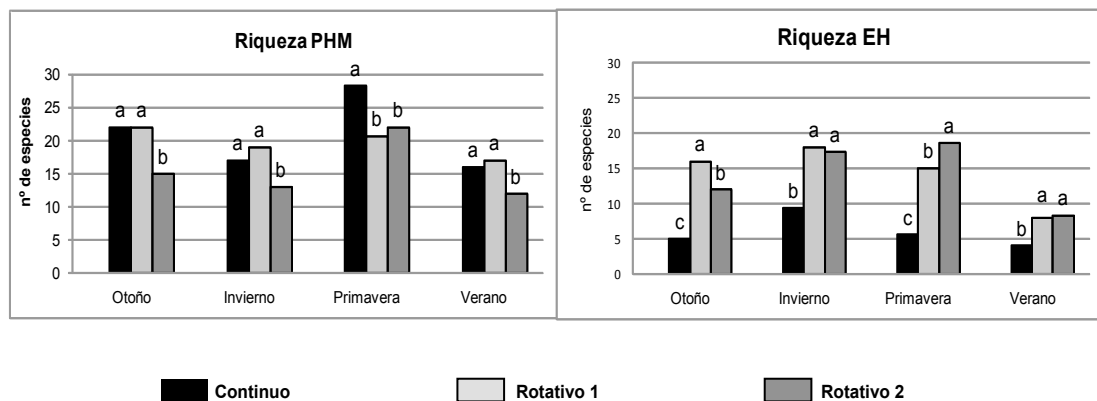
## RESULTADOS

### 1. Estructura de la vegetación

#### *Riqueza y Diversidad florística*

La **Riqueza** de especies fue significativamente distinta entre tratamientos, estaciones y comunidad ( $p < 0,002$ ), con interacción triple entre todos los factores comparados ( $p < 0,001$ ) asociada a que la respuesta en la riqueza de plantas, de cada comunidad, frente al manejo del pastoreo fue diferente, como así también fue distinta la estación del año en la que alcanzaron la máxima riqueza.

En la EH, los valores más altos de riqueza se alcanzaron bajo pastoreo rotativo, ( $R_1$  fue mayor en otoño y  $R_2$  en primavera), mientras que en PHM ese comportamiento no fue tan claro y algunas veces opuesto. En esta comunidad el Continuo y  $R_1$  (alta carga) obtuvieron la mayor riqueza con relación a  $R_2$  (baja carga) y esa diferencia fue altamente significativa (Figura 1).

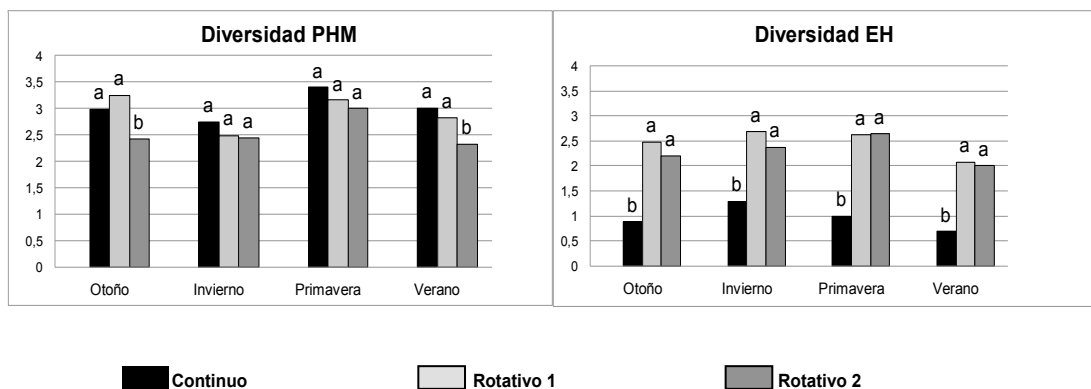


**Figura 1:** Riqueza de las comunidades pradera húmeda de mesófitas y estepa de halófitas. En cada comunidad letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada estación climática.

La **diversidad específica** mostró diferencias significativas entre tratamientos, estaciones y comunidades vegetales ( $p < 0,001$ ). Hubo interacción tratamiento por

comunidad ( $p < 0,001$ ), mostrando un comportamiento distinto de las comunidades frente al método de pastoreo aplicado.

En la EH el tratamiento C mostró valores significativamente menores que los Rotativos, en todas las estaciones, en tanto que entre estos últimos, no hubo diferencias significativas (Figura 2). En la PHM bajo pastoreo C y  $R_1$  mostraron valores significativamente mayores ( $p < 0,001$ ) en otoño y verano con relación a  $R_2$ , mientras que en las otras dos estaciones del año no hubo diferencias (Figura 2).



**Figura 2:** Diversidad específica de la comunidad pradera húmeda de mesófitas y estepa de halofitas. En cada comunidad letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos dentro de cada estación climática.

### Grupos funcionales

Se realizó el análisis de varianza de seis grupos funcionales, de la cobertura total, del suelo desnudo y de la broza, para todos los tratamientos y en cada comunidad del pastizal.

La cobertura de **gramíneas invernales perennes (C3 perennes)**, mostraron diferencias significativas entre tratamientos, comunidades ( $p < 0,001$ ) y estaciones ( $p < 0,001$ ). La PHM tuvo mayor cobertura con relación a la EH, y hubo interacción porque el comportamiento estacional fue distinto entre comunidades. En la PHM la mayor cobertura se dio en otoño y primavera, siendo *Stipa charruana* la especie

predominante y no hubo diferencias entre tratamientos. En la EH los tratamientos rotativos y la estación primavera mostraron la mayor cobertura por la presencia principalmente de *Hordeum stenostachys* (Figura 3.1a).

Las **gramíneas invernales anuales (C3 anuales)** mostraron diferencias estadísticas entre tratamientos, estaciones y comunidades ( $p < 0,001$ ). En la PHM la cobertura en el  $R_2$  fue significativamente mayor en primavera (61%) ( $p < 0,001$ ), mayoritariamente por la presencia de *Lolium multiflorum* y *Bromus mollis* que representaron dentro de este grupo funcional un 58 y 24% de cobertura respectivamente. La cobertura de  $R_1$  (34%) no se diferenció de C (37%) durante la primavera y las especies con mayor presencia fueron *Lolium multiflorum* (representó un 76% en  $R_1$  y 43% en C) y *Gaudinia fragilis* (20%  $R_1$  y 48% C). Sin embargo hubo interacción entre tratamientos y estaciones, ya que el  $R_1$  mostro un valor mayor en invierno con relación al  $R_2$  (49 vs 41%) y estos con relación al C (34%). En la EH hubo diferencias entre estaciones, donde invierno y primavera tuvieron valores más altos de cobertura específica ( $p < 0,001$ ). Entre tratamientos, bajo pastoreo Rotativos los valores fueron mayores ( $R_1$  33% y  $R_2$  39% en invierno;  $R_1$  26% y  $R_2$  36% en primavera) que en C (9 y 12% en invierno y primavera respectivamente) ( $p < 0,001$ ) (Figura 3.1b). En todos los tratamientos se encontró *Gaudinia fragilis* y *Hordeum pusillum*, mientras que en los tratamientos rotativos hubo además presencia de *Lolium multiflorum* (entre 5 y 10 %).

La cobertura de **las gramíneas estivales (C4 perennes, ya que no se encontraron coberturas considerables de C4 anuales)** mostraron diferencias entre estaciones ( $p < 0,001$ ) y comunidades ( $p < 0,026$ ). Dentro de la PHM el método de pastoreo no afectó la cobertura de especies estivales pero si se encontraron diferencias entre estaciones ( $p < 0,001$ ), donde el verano y el otoño alcanzaron el mayor porcentaje de cobertura. En los tres tratamientos se encontraron especies de buen valor forrajero como *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa laguroides* y *Setaria*

*geniculata*, aunque en R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> la cobertura de estas especies fue mayor que en C. En este último tratamiento se encontraron a diferencia de los rotativos especies como *Sporobolus indicus*, *Panicum milioides* y rastreras como *Cynodon dactylon* y *Stenotaphrum secundatum*. En la EH también la mayor cobertura fue en verano y otoño, pero a diferencia de la PHM los tratamientos rotativos fueron superiores al continuo. En otoño, las coberturas fueron R<sub>1</sub> 60% y R<sub>2</sub> 71%, encontrándose en ambos tratamientos *Sporobolus indicus* y *Distichlis scoparia*. En R<sub>1</sub> (alta carga) sumaron a la cobertura especies como *Paspalum vaginatum*, *Distichlis spicata* y *Sporobolus pyramidatus*, estas dos últimas también se encontraron en C (28%). En R<sub>2</sub> (baja carga) a diferencia del resto de los tratamientos se vieron especies como *Chloris berroi*, *Panicum bergii*, *Sporobolus platensis* y *Eragrostis lugens* ( $p < 0,001$ ) (Figura 3.1c).

Las **Leguminosas** mostraron diferencias altamente significativas entre tratamientos ( $p < 0,001$ ), comunidades ( $p < 0,004$ ) y estaciones ( $p < 0,0045$ ). La PHM tuvo mayor cobertura con relación a la EH y el R<sub>1</sub> mostro mayor cobertura de leguminosas con relación al resto de los tratamientos en todos los sitios evaluados en ambas comunidades. La PHM no mostró diferencias significativas entre tratamientos y estaciones, donde la cobertura media fue de 11; 5 y 3 % para R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> y C respectivamente. La especie más representativa de esta comunidad fue el *Lotus tenuis*, que apporto casi la totalidad de la cobertura en todos los tratamientos. R<sub>1</sub> fue el tratamiento con mayor riqueza de leguminosas, con especies como *Medicago lupulina*, *Adesmia bicolor* y *Trifolium repens*. En EH el tratamiento R<sub>1</sub> y las estaciones invierno y primavera presentaron la mayor cobertura de leguminosas (Figura 3.1d). Esta se vio conformada por *Lotus tenuis* y *Melilotus officinalis* en ambas estaciones. En el tratamiento C a lo largo del año, la presencia de leguminosas fue casi nula.

Las **Dicotiledóneas** presentaron diferencias entre tratamientos ( $p < 0,001$ ), estaciones ( $p < 0,004$ ) y comunidad ( $p < 0,001$ ). En la PHM también hubo diferencias entre tratamientos ( $p < 0,004$ ) y estaciones ( $p < 0,001$ ). En verano, otoño, e invierno  $R_2$  (33, 34 y 20%) y el C (27, 23 y 19%) fueron los tratamientos con mayor porcentaje de cobertura, fundamentalmente representada por *Baccharis notoserghila*. En la EH hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, donde  $R_2$  presentó el mayor valor, seguido por  $R_1$  y por último C, donde la cobertura de estos tratamientos estuvo representada por más de 10 especies dicotiledóneas. Entre estaciones no hubo diferencias de cobertura específica (Figura 3.2a).

Para las **monocotiledóneas no gramíneas** hay diferencias altamente significativas entre comunidades ( $p = 0,001$ ). No hay diferencias entre tratamientos y estaciones. La PHM presentó la mayor cobertura de especies, conformada por *Juncus imbricatus* y *Cyperus reflexus*.

La **broza** mostró diferencias entre tratamientos y comunidades ( $p = 0,001$ ), los valores más altos se encontraron en  $R_1$  y  $R_2$  siendo el C el tratamiento con menor cobertura. Entre las estaciones del año no se observaron diferencias significativas. En la PHM la broza no mostró diferencias significativas entre tratamientos y estaciones con valores que rondan 7 % de cobertura. En la EH, hubo diferencias altamente significativas entre tratamientos, siendo  $R_2$  el de mayor porcentaje con valores que van del 3 al 10 %, seguido por  $R_1$  con valores entre 0 y 5 %, por último el C en no se observó presencia de broza (Figura 3.2b).

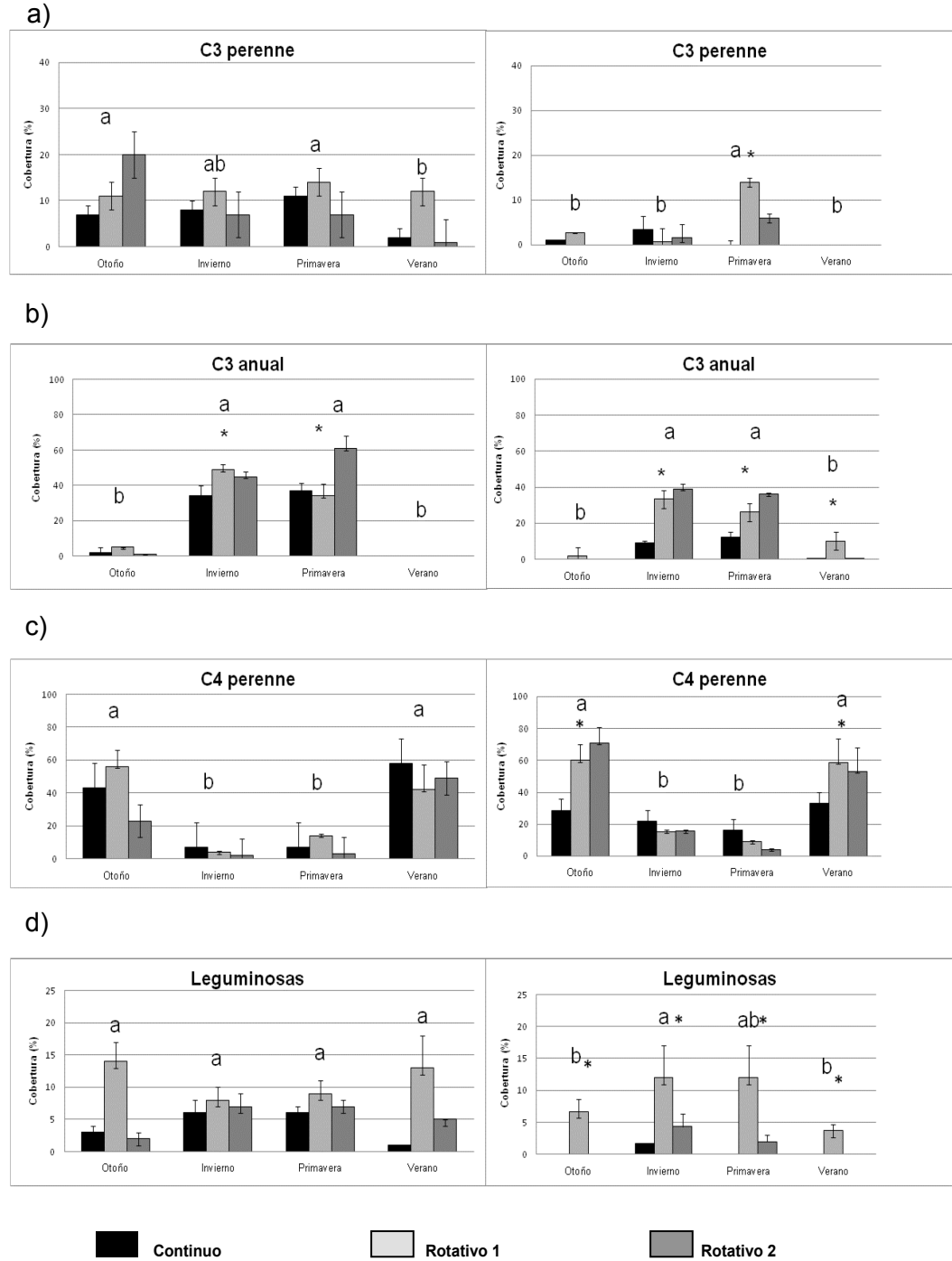
La **cobertura total** no mostró diferencias significativas entre tratamientos, si entre comunidades y estaciones ( $p < 0,001$ ), debido a que la PHM tuvo mayor cobertura con relación a la EH, y hubo interacción porque el comportamiento de las comunidades frente al manejo del pastoreo fue distinto. En la PHM no hubo diferencias significativas entre tratamientos y estaciones con valores que van del 80 al 100 %. En la EH, hubo solo diferencias altamente significativas entre



tratamientos, los sitios con C mostraron los valores más bajos de cobertura total (30% primavera, 35% verano, otoño 69% y 40 en invierno) mientras que R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> rondaron entre 70 y 80 % de cobertura total. Por lo tanto el suelo desnudo fue significativamente mayor en la estepa de halófitas bajo pastoreo continuo (Figura 3.2c).

**Pradera húmeda de mesófitas**

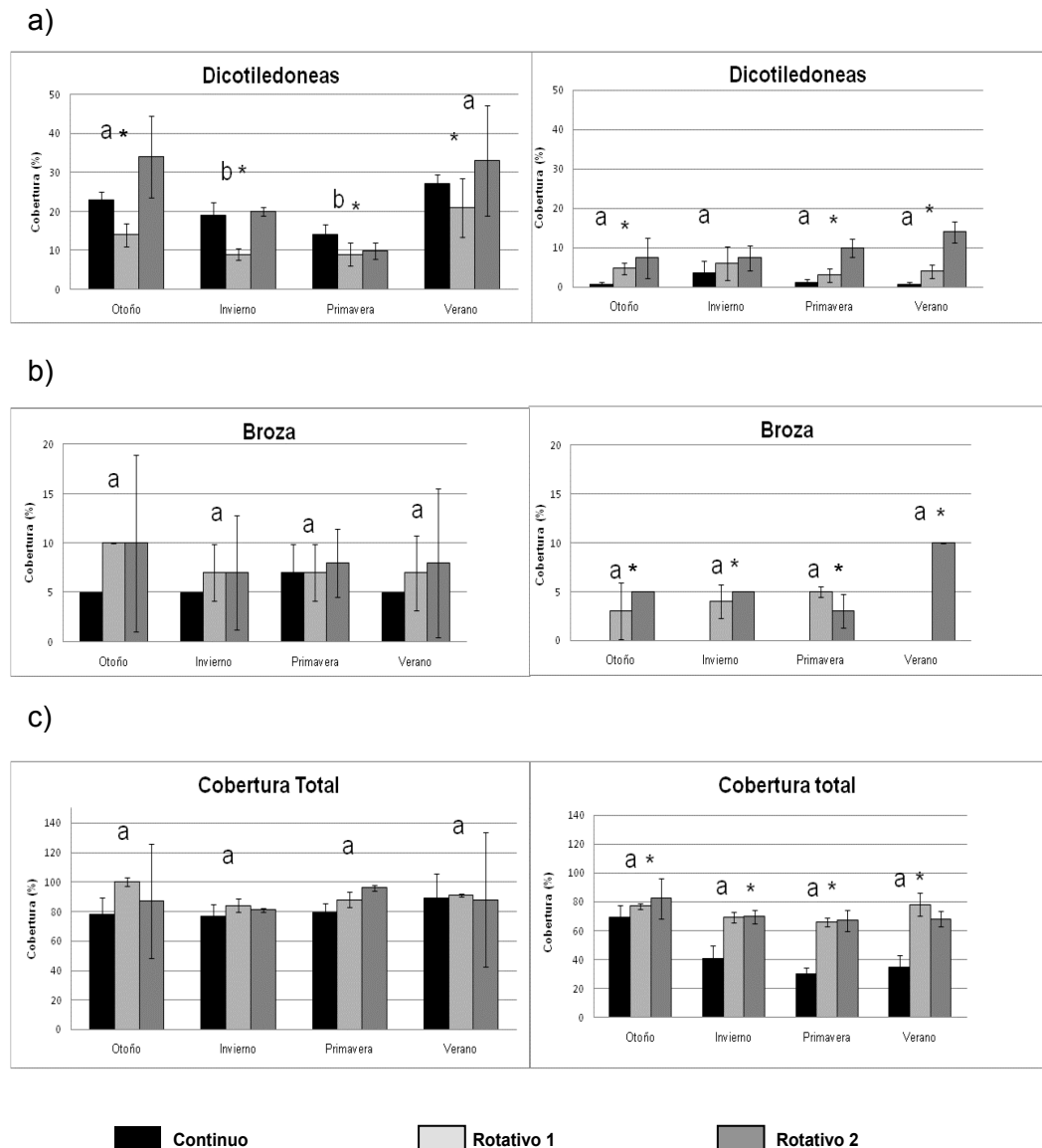
**Estepa de halófitas**



**Figura 3.1:** Cobertura específica: **a)** C3 perenne; **b)** C3 anual; **c)** C4 perenne; **d)** Leguminosas en PHM y EH en cada estación de crecimiento. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre estaciones dentro de cada comunidad vegetal y asterisco (\*) indica diferencias significativas entre tratamientos (pastoreo continuo y rotativo) dentro de cada estación.

## Pradera húmeda de mesófitas

## Estepa de halófitas

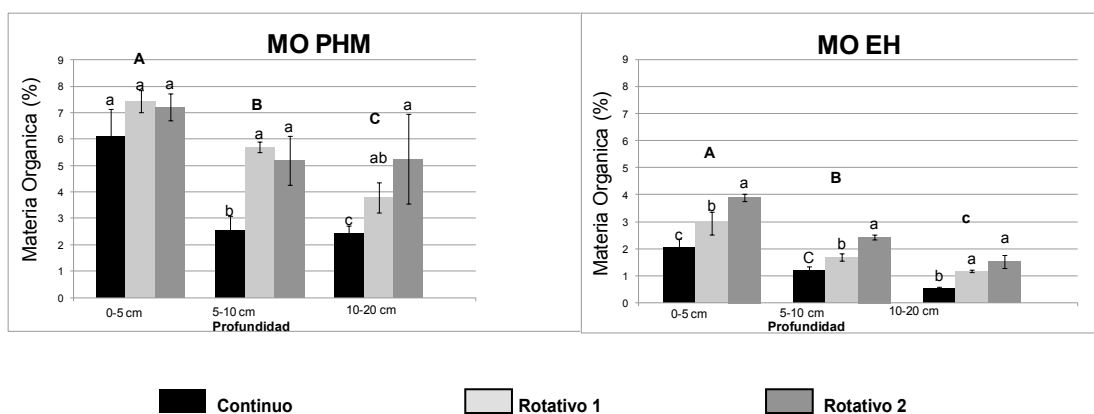


**Figura 3.2:** Cobertura específica: a) Dicotiledóneas; b) Broza y c) Cobertura total en PHM y EH en cada estación de crecimiento. Letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre estaciones dentro de cada comunidad vegetal y asterisco (\*) indica diferencias significativas entre tratamientos (pastoreo continuo y rotativo) dentro de cada estación.

## 2. Propiedades químicas del suelo

En este trabajo la **MO** mostró diferencias altamente significativas entre comunidades y tratamientos ( $p < 0,001$ ). En la PHM los valores fueron más altos que

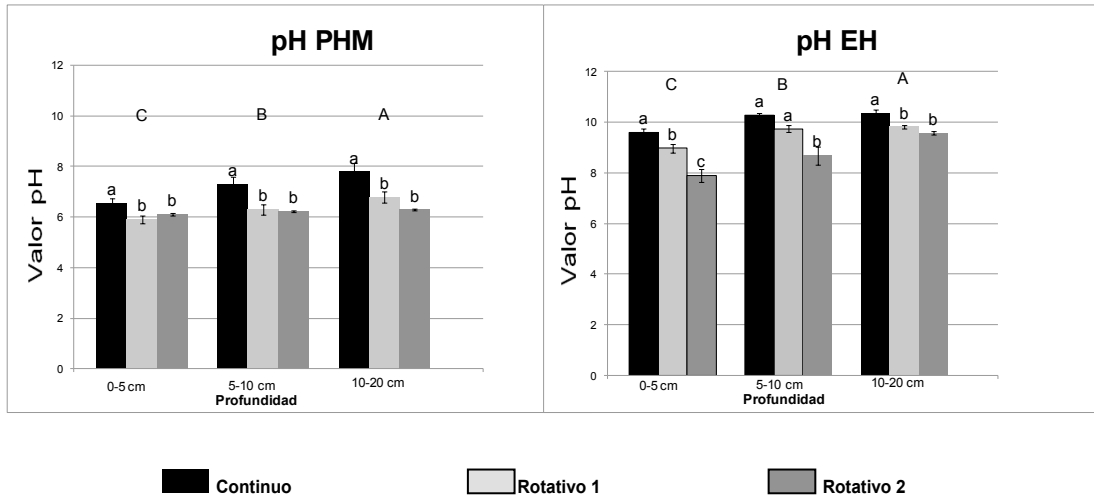
la EH en todas las profundidades evaluadas. Los pastoreos rotativos siempre presentaron mayores valores que los tratamientos continuos. Entre profundidades hubo diferencias significativas, disminuyendo desde la superficie hasta los 20 cm, máxima profundidad analizada. En la PHM a 0-5 cm no hubo diferencias significativas entre tratamientos, con valores entre 6 y 7 % mientras que en las profundidades 5-10 cm y 10-20 cm hubo diferencias donde los tratamientos rotativos mostraron mayores valores de MO (**C 5-10 cm: 2,56 y C 10-20 cm: 2,45; R<sub>1</sub> 5-10 cm: 5,70 y R<sub>1</sub> 10-20 cm: 3,79; R<sub>2</sub> 5-10 cm: 5,19 y R<sub>2</sub> 10-20 cm: 5,26**). En la EH para las profundidades 0-5 cm y 5-10 cm en R<sub>2</sub> los valores fueron significativamente superiores a R<sub>1</sub> y este a C. En la profundidad 10-20 cm no hubo diferencias entre R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> pero si entre estos y el tratamiento C mostrando el mismo un contenido significativamente inferior (Figura 4).



**Figura 4:** Contenido de materia orgánica expresada en %, de 0-5; 5-10 y 10 -20 cm de profundidad de la PHM y de la EH. Las letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades, mientras que letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma profundidad.

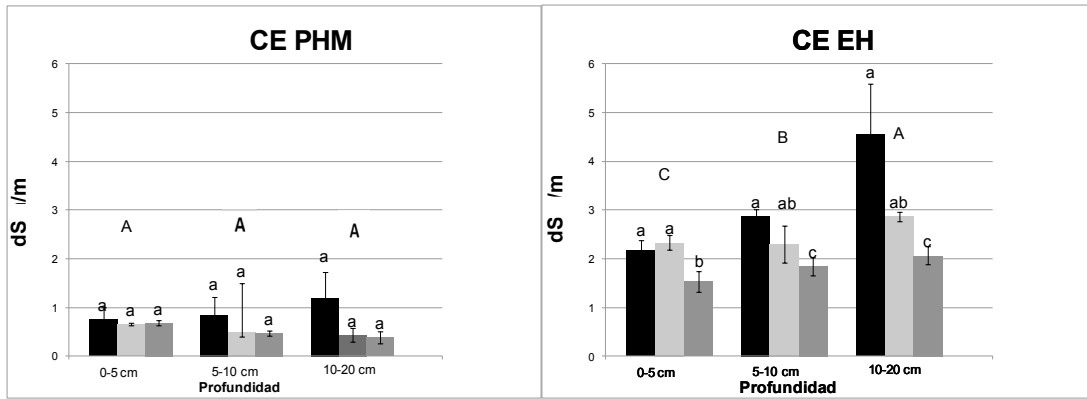
En este trabajo el **pH** presentó diferencias altamente significativas entre comunidades, tratamientos y profundidad ( $p < 0,001$ ). En la PHM bajo pastoreo continuo en las 3 profundidades alcanzaron valores significativamente superiores (**0-5 cm: 6,53; 5-10 cm: 7,29; 10-20 cm: 7,79**) a los de R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub>, sin diferencias entre estos, con valores cercanos a pH: 6. En la EH bajo pastoreo continuo

presento los mayores valores de pH (**0-5 cm**: 9,61; **5-10 cm**:10,26; **10-20 cm**:10,37), seguido por R<sub>1</sub> (**0-5 cm**: 8,97; **5-10 cm**: 9,74; **10-20 cm**: 9,82) y R<sub>2</sub> (**0-5 cm**: 7,89; **5-10 cm**: 8,69 **10-20 cm**: 9,58). (Figura 5).



**Figura 5:** Valores de pH de 0-5; 5-10 y 10-20 cm de profundidad de la PHM y de la EH. Las letras mayúsculas diferentes indican diferencias significativas entre profundidades, mientras que letras minúsculas distintas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma profundidad.

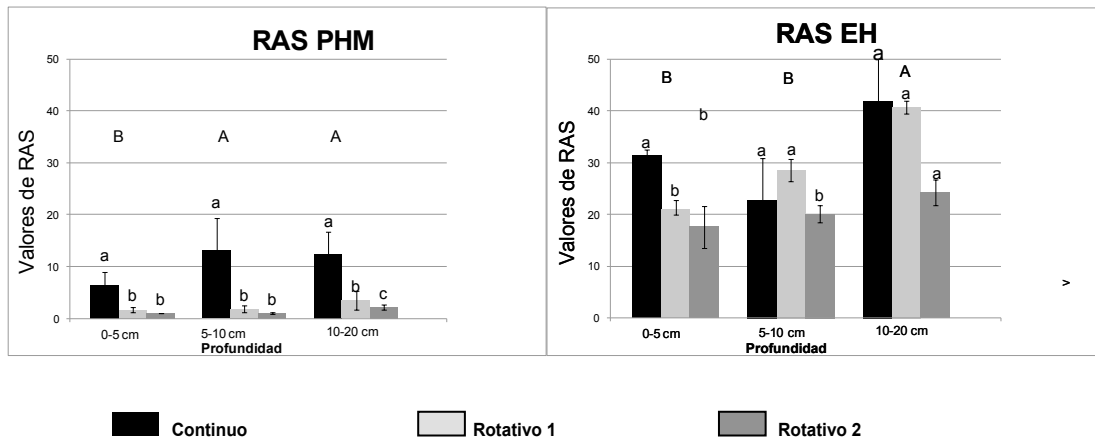
Se observaron diferencias de **CE** entre tratamientos profundidades y comunidades. La EH siempre mostró valores superiores a los de la PHM. Dentro de la PHM no hubo diferencias entre tratamientos ni profundidades con valores siempre cercanos a  $1 \text{ dS m}^{-1}$ . El único tratamiento que mostro valores de CE muy elevados fue bajo pastoreo continuo de 10-20 cm ( $4,55 \text{ dS m}^{-1}$ ) considerados a partir de  $4 \text{ dS m}^{-1}$  suelos salinos según el Test de calidad de suelo USDA, 1999. El resto de los tratamientos presentaron valores de CE menores a  $3 \text{ dS m}^{-1}$ . Se destaca que el tratamiento R2 siempre mostro valores significativamente inferiores al resto en todas las profundidades (Figura 6).



Continuo
  Rotativo 1
  Rotativo 2

**Figura 6:** Valores de la conductividad eléctrica (CE) expresados en dS m<sup>-1</sup> para las 3 profundidades estudiadas. Las letras mayúsculas indican diferencias significativas entre profundidades y letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma profundidad.

La RAS mostró diferencias significativas entre tratamientos, profundidades y comunidades. En la PHM el pastoreo continuo, para todas las profundidades (**0-5 cm:** 6,53; **5-10 cm:** 13,13; **10-20 cm:** 12,44) fue significativamente superior que los rotativos. En la EH de 0-5 cm en el pastoreo continuo (31,28) fue significativamente superior que R<sub>1</sub> (20,87) y R<sub>2</sub> (17,86), mientras que de 5-10 cm en C y R<sub>1</sub> (22,71 y 28,74 respectivamente) fueron significativamente superiores a R<sub>2</sub> (20,18), y de 10-20 cm no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Figura 7).



**Figura 7:** Valores de relación de absorción de sodio (RAS) para las 3 profundidades estudiadas. Las letras mayúsculas indican diferencias significativas entre profundidades y letras minúsculas indican diferencias significativas entre tratamientos para una misma profundidad.

## DISCUSIÓN

El manejo del pastoreo impactó de manera diferencial sobre la riqueza y diversidad de especies en cada comunidad del pastizal. En la PHM tanto bajo pastoreo continuo como en pastoreo rotativo con alta carga ( $R_1$ ), ambas variables aumentaron con relación al pastoreo rotativo con baja carga ( $R_2$ ). Esto puede deberse a que en este último tratamiento, donde los descansos son más prolongados, existe un reducido número de especies que al ser más competitivas dominan la estructura del pastizal. Por lo tanto en las C3 perenne prevaleció la *Stipa charruana*; C3 anual *Lolium multiflorum* y *Bromus mollis*; C4 perenne *Paspalum dilatatum*; Dicotiledoneas *Bacharis nothoserigila* y en las Leguminosas *Lotus tenuis*.

La estepa de halófitas tiene características edáficas que imponen una fuerte limitante ambiental que restringe el establecimiento de especies exóticas u otras nativas de comunidades más fértiles. Por lo tanto, son pocas las especies que están adaptadas a las condiciones extremas de la EH y por ello al desaparecer

estas especies, son pocas las que cubran el suelo luego de un pastoreo continuo e intenso. En cambio bajo pastoreo rotativo, la riqueza aumenta, ya que los descansos entre pastoreos le permiten a las especies aumentar el vigor de la planta, sobrevivir y mantener o mejorar la cobertura del suelo.

La diversidad de especies es un parámetro que no se vió modificado con los tratamientos en la PHM. En esta comunidad los resultados fueron similares a los encontrados por Jacobo et al. (2006), en los cuales se mostraba que el pastoreo con descansos no modifica en valores significativos la diversidad florística. Otros autores como Rusch & Oesterheld (1997), en la misma comunidad vegetal, también han manifestado como la diversidad no se ve modificada a lo largo de las estaciones del año, lo que concuerda con los resultados de este trabajo. En cambio en la EH, la diversidad disminuye marcadamente bajo pastoreo continuo, probablemente por el mismo motivo que explica la disminución de la riqueza, resultados que concuerdan con el trabajo de Vecchio (2014) en similar ambiente.

El pastoreo rotativo afectó de manera distinta a las comunidades del pastizal y a los grupos funcionales evaluados. Las gramíneas invernales tuvieron un comportamiento diferente según sean anuales o perennes. Las perennes mostraron ser menos afectadas por el manejo del pastoreo que las anuales, de hecho estas últimas se vieron beneficiadas con el pastoreo rotativo. En la EH la cobertura de las gramíneas invernales anuales se triplicó bajo pastoreo rotativo (C: 9 vs R<sub>1</sub>:33 y R<sub>2</sub>: 39% en invierno) mientras que en la pradera húmeda de mesófitas el efecto fue de menor magnitud (C: 34 vs R<sub>1</sub>: 45 y R<sub>2</sub>: 49% continuo vs rotativos en invierno).

Las gramíneas estivales fueron el grupo de mayor contribución a la cobertura vegetal en todos los tratamientos y alcanzaron mayor proporción de la cobertura en la estepa de halófitas (comparada con la PHM) donde represento entre el 80 y 90% de la cobertura total tanto para pastoreo rotativo como para continuo,



principalmente, durante el otoño. Bajo pastoreo rotativo la mayor cobertura se observó en otoño, porque la/s especie/s responsables de esa cobertura son distintas. Bajo pastoreo continuo las especies estivales dominantes fueron *Distichlis* spp y *Sporobolus pyramidatus* adaptadas a alto estrés y bajos recursos (Grime 1977), mientras que bajo pastoreo rotativo, donde mejora la cobertura vegetal y por lo tanto disminuye el estrés hídrico, el suelo desnudo y el pH, las especies responsables de esa cobertura son mas y mas variadas como *Chloris berroi*, *Sporobolus indicus* y *Panicum bergii* con un mayor crecimiento a fines de verano-principios de invierno.

En la PHM los tratamientos con mayor cobertura de dicotiledóneas fueron bajo pastoreo continuo y rotativo con baja carga. Bajo pastoreo rotativo con baja carga ( $R_2$ ) la especie dicotiledónea dominante fue *Baccharis notoserghila*. Si bien es una especie nativa, ha sido considerada una especie invasora del pastizal en nuestra región y en otras, como en los bosques nativos y pastizales naturales de Entre Ríos y Uruguay (Sabatini et al., 2012). Esta especie arbustiva de ciclo primavero-estival, tienen un vigoroso sistema radical que actúa como un importante órgano de reserva que le permite resistir y subsistir a las más variadas condiciones adversas, tales como los cortes por desmalezado. Esto, sumado a su abundante producción de semillas le permite que la especie alcance notables niveles de invasión y la consiguiente ocupación gradual del terreno (Sabattini et al., 2012). Este comportamiento de *Baccharis notoserghila* refuerza la idea acerca de que baja intensidad y largos periodos de descansos, como sucede en  $R_2$ , beneficiaria el crecimiento de las plantas adultas y la germinación y establecimiento de nuevos individuos en esta comunidad del pastizal. Además su baja palatabilidad le permite no ser seleccionada por el ganado en pastoreos sin periodos de descanso, lo que hace, en nuestro caso el tratamiento C muestre también una gran cobertura de esta especie. En la comunidad EH la presencia de dicotiledóneas, al igual que otros

grupos funcionales, se vio favorecida por los pastoreos con descansos, lo cual genera un beneficio a la comunidad al aportar cobertura vegetal, que mejoraría las condiciones de infiltración del suelo, aporta materia orgánica, regula la temperatura del suelo, mejora el ciclo de los nutrientes, entre otras.

La presencia de Leguminosas en la PHM fue menor con pastoreo continuo debido a su excelente palatabilidad que la hace muy vulnerable cuando los animales se encuentran varios meses en el lote. Pastoreos con descansos promueven el crecimiento y desarrollo de las distintas especies de leguminosas que posibilitan la fijación de Nitrógeno atmosférico, mejorando la fertilidad de los suelos de la comunidad. Situación similar ocurre en la EH, aunque los cambios ocurridos con el pastoreo rotativo son aún mayores, debido a la mayor fragilidad que presentan estos ambientes.

Los cambios ocurridos en la EH con pastoreo rotativo son más visibles en el mediano y corto plazo que los observados en la PHM. Esto no quiere decir que no ocurran, sino que en la EH al ser ambientes restrictivos, grandes alteraciones como son el sobrepastoreo y el prolongado pisoteo de los animales, llevan a una situación de stress donde es reducido el número de especies que pueden desarrollarse. En cambio con pastoreos donde se respetan los tiempos de descansos mejora la cobertura vegetal, la riqueza y diversidad florística, la presencia de broza y la cobertura de algunos grupos funcionales como las gramíneas invernales y leguminosas.

En relación a los resultados mostrados en los análisis de suelo, se observó una importante diferencia en el comportamiento de cada comunidad. En la PHM la profundidad 0-5 cm mostró valores muy elevados de MO tanto en situaciones pastoreadas de forma continua como rotativa. En los siguientes estratos (5-10 cm y 10-20 cm) el contenido siguió siendo muy bien provisto para los tratamientos

rotativos, no comportándose de la misma manera el continuo. Al no encontrar diferencias en el contenido de broza en los distintos métodos de pastoreo, esto podría explicarse por el crecimiento diferencial de las raíces de las especies de plantas que crecen en esta comunidad bajo este método de pastoreo. La mayoría de las especies de gramíneas (por ej. *Stenotaphrum secundatum*; “pasto chato”) detectadas en el censo florístico, presentan un mayor desarrollo radical en los primeros 5 cm (observación personal). Este mayor desarrollo en la porción superficial del suelo brinda un mayor aporte de carbono y menor en las porciones más profundas como se observa en estudios aportados por Piñeiro (2006) al comparar sitios con pastoreo continuo vs áreas de exclusión.

La EH presentó valores muy bajos de MO en todas las profundidades, encontrándose diferencias entre los métodos de pastoreo desde la superficie hasta la mayor profundidad estudiada. En este caso los rotativos tuvieron un mayor contenido de MO en todas las profundidades. Este aporte de MO se asocia a la mayor presencia de broza y cobertura vegetal, a igual que observaron en trabajos de Otondo (2004) y Vecchio (2014).

En la PHM los valores de RAS fueron hasta 6 veces mayores en los casos con pastoreo continuo comparado con los rotativos, llegando los estratos 5-10 cm y 10-20 cm al límite de sodicidad (valor 13). Estos valores no presentaron relación con la conductividad eléctrica ya que la misma no se vio modificada por el método de pastoreo, siendo los resultados cercanos a  $1 \text{ dS/m}$ .

La RAS presentó relación con el pH, el área pastoreada continuamente mostraron valores superiores que los pastoreados en forma rotativa. Los valores de pH en los pastoreos rotativos fueron cercanos a la neutralidad por lo tanto favorecen a la adecuada disponibilidad de nutrientes y al desarrollo de los microorganismos. El incremento de pH en el C no llega a ser perjudicial para la

vegetación, posiblemente al elevado contenido de MO que actúa como buffer del suelo. Los resultados llevan a considerar que si persiste el sistema de pastoreo en forma continua, los contenidos de RAS y pH seguirían aumentando, perjudicando la condición del suelo para el mantenimiento de las especies vegetales presentes hasta el momento. Siendo el pastoreo en forma rotativa una opción a tener en cuenta para lograr mantener valores de RAS y pH más favorables para la vegetación y la salud del suelo.

En la EH la RAS y el pH están directamente relacionados siendo todos los tratamientos extremadamente sódicos y alcalinos, llegando a valores de 40 de RAS y 10 de pH como datos extremos. Aun así, los casos con pastoreo rotativo mostraron menores valores de RAS y pH en los primeros 5 cm de profundidad. Esto puede relacionarse con el mayor contenido de broza, cobertura vegetal y MO que presentan estos tratamientos. En los estratos subsuperficiales solo R<sub>2</sub> (baja carga) mostro valores de RAS significativamente inferiores (la mitad) que C y R<sub>1</sub> (alta carga). Una explicación posible de estos efectos, se sustenta en lo reportado por Semple et al. (2003) y Qadir et al. (2007), quienes establecieron que una mayor biomasa aérea sobre el suelo favorece un mayor volumen radical y en consecuencia una mayor actividad que provoca un incremento en la presión parcial de CO<sub>2</sub>, lo que colabora en la disolución de la calcita (CaCO<sub>3</sub>), promoviendo descensos del pH por reemplazo del sodio adsorbido a los coloides del suelo por el calcio liberado de la calcita.

En relación a la CE el único tratamiento que presenta valores superiores a 4 dS/m, que se considera salino, es el de 10-20 cm con pastoreo continuo. Más allá de esto, las situaciones pastoreadas continuamente muestran valores siempre superiores a los pastoreados en forma rotativa y dentro de estos el R<sub>2</sub> inferior que R<sub>1</sub> en todas las profundidades. Resultados similares fueron encontrados por Lavado

& Taboada (1985) en estudios y tipos de suelo similares a este encontraron una relación directa entre el aumento de la RAS y la CE.

## **CONCLUSIONES**

A partir de los resultados obtenidos, se concluye que la hipótesis del trabajo pudo ser validada puesto que los pastoreos continuo y rotativo afectaron diferencialmente la estructura de la vegetación y las propiedades químicas del suelo según se lleve a cabo en un pastizal húmedo de mesófitas o en una estepa de halófitas.

El pastoreo rotativo produjo importantes beneficios tanto en la composición florística como en la calidad del suelo en la estepa de halófitas más que en la pradera húmeda de mesófitas. Y esos beneficios se multiplicaron cuando la carga animal fue menor. En la pradera húmeda de mesófitas esa diferencia no fue tan marcada y contrariamente a lo esperado, con pastoreo rotativo a baja carga el cambio en la composición de especies afectó el valor forrajero de la comunidad, porque favoreció el ingreso de especies arbustivas. En esta misma comunidad los cambios edáficos que se produjeron en los casos de pastoreo continuo llevan a pensar que a través del tiempo, si se mantiene esta situación los valores RAS, pH y CE llegarían a ser perjudiciales para el buen funcionamiento del pastizal.

## **BIBLIOGRAFÍA**

**Alconada, M., O.E. Ansín, R.S., Lavado; V.A., Deregibus; G. Rubio & F.H. Gutiérrez Boem. 1993.** Effect of retention of run-off water and grazing on soil and on vegetation of temperate humid grassland. *Agricultural Water management* 23:233-246.

**Altesor A., M. Oesterheld, E. Leoni, F. Lezama & C. Rodríguez. 2005.** Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. *Plant Ecol* 179:83-91.

**Batista, W.B. & R.J.C. León. 1992.** Asociación entre comunidades vegetales y algunas propiedades del suelo en el centro de la Depresión del Salado. *Ecol. Austral*, 2(1): 47-55 (1992).

**Batista W.B., Taboada M.A., Lavado R.S., Perelman S.B. & León R.J.C. 2005.** Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. En: *La Heterogeneidad de la Vegetación de los Agroecosistemas. Un Homenaje a Rolando León*. Eds: M. Oesterheld, M. Aguiar, C. Ghera y J. Paruelo. Editorial de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

**Belsky A.J. 1986.** Does herbivory benefit plants? A review of the evidence. *American Naturalist* 127: 870-892.

**Burkart, S.E.; M.F. Garbulsky; C.M. Ghera; J.P. Guerschman; R.J.C. León: M. Oesterheld & S.B. Perelman. 2005.** Las comunidades potenciales del pastizal pampeano bonaerense. pp. 379-399. En: M Oesterheld, MR Aguiar, CM Ghera y JM Paruelo (eds.). *La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León*. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.

**Chaneton, J.E. 2005.** Factores que determinan la heterogeneidad de la comunidad vegetal en diferentes escalas espaciales. Pp. 19-42. En: M Oesterheld, MR Aguiar, CM Ghera y JM Paruelo (eds.). *La heterogeneidad de la vegetación de los*

agroecosistemas. Un homenaje a Rolando León. Editorial Facultad de Agronomía. UBA.

**Cingolani, A.M.; D. Renison, P.A. Tecco, D.E. Gurvich & M. Cabido. 2008.** Predicting cover types in a mountain range with long evolutionary history of grazing: a GIS approach *Journal of Biogeography* 35: 538 – 551.

**Collins S.L. 1987.** Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. *Ecology* 68: 1243-1250.

**Echevere, P. 1976.** Normas de reconocimientos de suelo Segunda edición. Secretaria de Agricultura y ganadería de la Nación. INTA Departamento de suelo).

**Golluscio, R.A., A.T. Austin, G. García Martínez, M. Gonzalez Polo, O.E. Sala & R.B. Jackson. 2009.** Sheep grazing decreases organic carbon and nitrogen pools in the Patagonian steppe: combination of direct and indirect effects. *Ecosystems*. 12(4): 686-697. ISSN 1432-9840.

**Grime, J.P. 1977.** Evidence for existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist* 111: 1169-1194.

**Insausti P., A. Soriano & R. Sanchez. 1995.** Effects of flood influenced factors on seeds germination of *Ambrosia tenuifolia*. *Oecologia* 103:127-132.

**Jacobo, E.J., A.M. Rodríguez, N. Bartoloni & V.A. Deregibus. 2006.** Rotacional grazing. Effects on Rangeland Vegetation at a Farm scale. *Journal of Range Management* 59: 249-257.

**Lavado, R.S. & M.A. Taboada. 1985.** Influencia del pastoreo sobre algunas propiedades químicas de un Natracuol de la pampa deprimida. *Ciencia del suelo*-Vol.3:103-107

**Lavado, R.S. & M.A. Taboada. 1987.** Soil salinization fluxes as an effect of grazing in a native grassland soil in the Flooding Pampa in Argentina. *Soil, Use and Management* 4:143-148.

- Lavado, R.S. & M.A. Taboada. 1988.** Water, SALT and sodium dynamics in a Natraquoll in Argentina. *Catena*, 15: 577-594.
- Lavado, R.S., J.O. Sierra & P.N. Hashimoto. 1995.** Impact of grazing on soil nutrients in a Pampean grassland. *Journal Range Management* 49:452-457.
- León, R.J.C. & S.E. Burkart. 1998.** El pastizal de la Pampa Deprimida: estados alternativos. *ECOTROPICOS* 11(2):121-130.
- León R.J.C., G.M. Rusch & M. Oesterheld. 1984.** Pastizales pampeanos-impacto agropecuario. *Phytocoenología* 12(2/3):201-218.
- Loydi, A. & Distel, R.A, 2010.** Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología Austral* 20:281-291.
- McNaughton, S. J. 1979.** Grazing as an optimization process: grass-ungulate relationships in the Serengeti. - *American Naturalist* 113: 691-703.
- Milchunas D.G. & W.K. Lauenroth 1989.** Three-dimensional distribution of plant biomass in relation to grazing and topography in the short grass steppe. *Oikos* 55: 82-86.
- Milchunas D.G. & W.K. Lauenroth 1993.** A quantitative assessment of the effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. *Ecological Monographs* 63: 327-366.
- Milchunas, D.G., O.E. Sala & W.K. Lauenroth. 1988.** A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *The American Naturalist* 132:87-106.
- Molina S.I., G.R. Valladares, S. Gardner & M. Cabido 1999.** The effects of logging and grazing on the insect community associated with a semi-arid Chaco forest in central Argentina. *Journal of Arid Environments* 42: 29-42.
- Noble, I.R. & H. Gitay. 1996.** A functional classification for predicting the dynamics of landscapes. *J. Veg. Sci.*, 7: 329-336.



**Oesterheld, M. & S.J. McNaughton 1991.** Effect of stress and time for recovery on the amount of compensatory growth after grazing. *Oecologia* 85, 305-313.

**Oesterheld, M. & O.E. Sala. 1990.** Effects of grazing on seedling establishment: the role of seed and safe-site availability. *Journal of Vegetation Science* 1:353-358.

**Otondo, J. 2004.** Efectos de la introducción de especies megatérmicas sobre características agronómicas y edáficas de un ambiente halomórfico de la Pampa Inundable. Tesis para obtener el grado de Magister en Recursos Naturales, Escuela para Graduados A.

**Paruelo J.M., G. Piñeiro, A.I. Altesor, C. Rodriguez, & M. Oesterheld 2004.** Cambios estructurales y funcionales asociados al pastoreo en los pastizales del río de la plata. XX Reunión del grupo Campos-Cono Sur. Salto, Uruguay. pp 53-60.

**Pettit N.E., R.H. Froend & P.G. Ladd 1995.** Grazing in remnant woodland vegetation: changes in species composition and life form groups. *Journal of Vegetation Science* 6: 121-130.

**Piñeiro, G. 2006.** Biogeoquímica de Carbono y Nitrógeno en los pastizales pastoreados del Río de La Plata: Un análisis realizado en modelos de simulación, sensores remotos y experimentos a campo. Tesis doctoral: Escuela para graduados Alberto Soriano. Facultad de Agronomía. UBA.

**Piñeiro G., J.M. Paruelo, M. Oesterheld, E.G. Jobbagy, R.B. Jackson & A.I. Altesor. 2004.** Efectos del pastoreo sobre los ciclos del carbono y nitrógeno en los pastizales del río de la plata. XIX Congreso Argentino de la ciencia del Suelo. Junio, 2004. Paraná, Argentina. Resumen en pp 294. Artículo expandido, 10 pag en CD.. (1° Premio al mejor trabajo presentado en la reunión)

**Pucheta E., M. Cabido, S. Díaz & G. Funes. 1998.** Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. *Acta Oecologica* 19: 97-105.

- Qadir M., Oster J.D., Schubert S., Noble A.D., Sahrawat K.L. 2007.** Phytoremediation of sodic and saline sodic soils. *Advances in Agronomy* 96: 197-247 p.
- .Rodriguez A. & E. Jacobo. 2012.** Manejo de pastizales naturales para una ganadería sustentable en la pampa deprimida: buenas prácticas para una ganadería sustentable de pastizal. *Fund. Vida Silvestre Argentina; Aves Argentinas Aop.* 104 p.
- Rusch, G.M. & M. Oesterheld. 1997.** Relationship between productivity, and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampas grasslands. *Oikos* 78, 519-526.
- Sabatini R.A., Ledesma S.G., & Sione S.M. 2012.** Dinámica de la cobertura de *Melica macra* Nees y *Baccharis punctulata* D.C en un bosque nativo sometido a desarbustado mecánico. *Ciencias Agronómicas - Revista XIX - Año 12 - 2012 / 013 – 019.*
- Sala, O. E.; M. Oesterheld; R. J. C. León & A. Soriano. 1986.** Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetatio*, 67: 27-32.
- SAGPyA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación Argentina).** Dirección de Producción Agrícola. 2004. Sistema de Apoyo Metodológico a los Laboratorios de Análisis de Suelos (SAMLA). CD-room.
- Semple, W.S., I.A. Cole. and T.B. Koen. 2003.** Performance of some perennial grasses on severely salinized sites on the inland slopes of New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 43: 357-371.
- Shannon, C.E. & W. Weaver. 1949.** *The Mathematical Theory of Communication.* University Illinois Press, Urbana, IL.

**Soriano, A. 1992.** Río de la Plata grasslands. In: Coupland, R.T. (Ed.) Natural grasslands: introduction and western hemisphere. Ecosystems of the World. Elsevier, Amsterdam. pp 367-407.

**Taboada M.A. & R.S. Lavado. 1993.** Influence of cattle trampling on soil porosity under alternate dry and ponded conditions. Soil Use Manage. 9: 139-143.

**Taboada M.A., R.S. Lavado, H. Svartz & A.M.L. Segat. 1999.** Structural stability changes in a grazed grassland Natraquoll of the Flooding Pampa of Argentina. Wetlands 19: 50-55.

**Vecchio M.C. 2014.** Modificaciones en la vegetación y el suelo inducidos por el manejo del pastoreo en la estepa de halófitos de la Pampa Deprimida. Tesis de Magíster Scientiae, Área: Recursos naturales. Escuela para Graduados. Facultad de Agronomía. UBA. Argentina. pp 143.

**USDA 1999.** Soil Quality Test Kit Guide, Agricultural Research Service. National Conservation Service. Soil Quality Institute. Washington D.C., USA.