

EFFECTO DEL PASTOREO MIXTO SOBRE LA VEGETACIÓN DEL CAMPO NATURAL EN CRISTALINO CENTRAL (Región Centro-Sur)

Daniel Formoso¹, Daniel Pereira²

RESUMEN

Formoso D., Pereira D. 2008. Efecto del Pastoreo Mixto sobre la Vegetación del Campo Natural en Cristalino Central (Región Centro-Sur). *Producción Ovina* (20): 5-20.

En este trabajo se reportan los cambios ocurridos en la vegetación de un campo natural sobre un Brunosol Subéutrico típico (Unidad 5.02b del Basamento Cristalino) registrados en un experimento instalado el 19 de marzo de 2008 en la Estación Experimental del Secretariado Uruguayo de la Lana "Dr. Alejandro Gallinal" (33°52' latitud sur, 55°34' longitud oeste, situada en el departamento de Florida) cuyo objetivo principal fue estudiar la influencia de la carga ovina y la relación ovino/bovino sobre la dinámica de parásitos internos. Los tratamientos evaluados fueron pastoreo mixto con carga de 0.85 UG ha⁻¹ y tres relaciones ovino/bovino (5/1, 3/1 y 1/1), y pastoreo ovino en dos cargas, 0.85 y 1.1 UG ha⁻¹. Los animales utilizados fueron 150 cordeiros de la raza Ideal y 46 vacas de invernada Hereford y Hereford x Aberdeen Angus (27.9 ± 2.1 y 363.8 ± 38.2 kg de peso vivo promedio, respectivamente). La evaluación de la altura del tapiz o canopeo (cm) y la disponibilidad de materia seca y su composición (kg ha⁻¹), se realizó el 30 de septiembre de 2008 mediante técnicas no destructivas de la vegetación (BOTANAL). El tipo de pastoreo (sólo ovino vs pastoreo mixto) afectó la altura y la contribución en materia seca de los componentes más relevantes de la vegetación (P<0.05), pero no la cantidad de forraje disponible (P>0.05). Con pastoreo ovino, la vegetación del campo natural mostró una tendencia a endurecerse por el incremento de *Stipa charruana* y a degradarse por el aumento de carga con la presencia de gramíneas invernales anuales, Juncáceas y *Cynodon dactylon*, mientras que con el pastoreo mixto se mantuvo un tapiz mejor balanceado (gramíneas estivales, gramíneas invernales perennes), pero con cierta degradación en el pastoreo con relación 1/1 (hierbas enanas y restos secos). Estos resultados muestran las ventajas del pastoreo mixto para controlar las especies duras y obtener un tapiz saludable en las condiciones del experimento, aunque la situación climática previa podría haber desestabilizado la vegetación y afectado la respuesta a los tratamientos.

Términos clave: ovinos, carga, pastoreo mixto, relación ovino/bovino, campo natural.

¹ Área Investigación & Desarrollo. Secretariado Uruguayo de la Lana (e-mail: foda@sul.org.uy)

² Departamento de Producción Ovina. Secretariado Uruguayo de la Lana. Rambla Baltasar Brum 3764. CP 11800. Montevideo.

SUMMARY

EFFECT OF MIXED GRAZING ON NATIVE VEGETATION IN CENTRAL-SOUTH GRANITIC REGION

Changes in native vegetation on a "Brunosol Subéutrico Típico" (Typic Arguidoll) Unit 5.02b of Granitic Layer were registered on an experiment conducted at the Uruguayan Wool Secretariat Experimental Research Station "Dr. Alejandro Gallinal" (33°52' latitude south, 55°34' longitude west located in the department of Florida) and started on March 19, 2008. The objective of the experiment was to study the influence of sheep density and the sheep/cattle ratio on internal parasite dynamics. The evaluated treatments were mixed grazing with a stocking rate of 0.85 UG ha⁻¹ and three sheep/cattle ratio (5/1, 3/1 and 1/1) and two different sheep stocking ranges, 0.85 and 1.1 UG ha⁻¹. The animals used were 150 Pollwarth lambs and 46 fattening Hereford and Hereford x Aberdeen Angus cows (27.9 ± 2.1 and 363.8 ± 38.2 kg of average live weight). The evaluation of sward or canopy height (cm), the availability of dry matter and its composition (kg ha⁻¹) were measured on September 30, 2008 by non destructive techniques (BOTANAL). The type of grazing (sheep only vs. mixed grazing) affected the height and contribution in dry matter of the most relevant components of the vegetation (P<0.05), but not the availability (P>0.05). The native pasture showed a tendency to coarser grasses (*Stipa charruana*) and degradation (annual winter grasses, rushes, *Cynodon dactylon*) as a result of grazing of sheep only and its increase in stocking rate, while maintaining a better balanced sward (summer grasses, perennial winter grasses) with mixed grazing, but with slight degradation in 1/1 grazing ratio (forbs and dry dead leaves). These results show the advantage of mixed grazing to control coarse species and obtain a healthy sward under the condition of the experiment although the weather conditions previous to the setting of the experiment could have destabilized the vegetation and accelerated response to the treatments.

Key words: sheep, stocking rate, mixed grazing, sheep/cattle ratio, native pasture.

INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la ganadería en general y los ovinos en particular, están siendo amenazados por aspectos económicos propios y relacionados con otras actividades como la forestación, agricultura y lechería (MGAP-DIEA, 2008).

La reducción del área de pastoreo es una de las principales dificultades que, asociada con el cambio en la relación ovino/bovino produce una serie de efectos en ambas especies y en la pastura (Abaye *et al.*, 1994; Nolant *et al.*, 2001; Altesor *et al.*, 2005; Berretta, 2005; Boggiano *et al.*, 2005; Boone, 2005; Formoso, 2005). Este escenario genera la emergencia de un aparente proceso de competencia por un recurso cada vez más escaso y en el cual el ovino sería el más favorecido biológicamente (Formoso y

Colucci, 1999), pero resistido económicamente. El recurso en cuestión corresponde al campo natural a escala regional (Baeza *et al.*, 2006), que considerado a escala potrero muestra una heterogeneidad espacial (Wilmshurst *et al.*, 2000; Fotch y Pillar, 2003; Parsons y Dumont, 2003) y dinámica temporal (Lemaire y Chapman, 1996) que dificulta el análisis de la relación causa-efecto de la supuesta competencia entre ambos herbívoros. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo es continuar incorporando información sobre el efecto del pastoreo mixto en la vegetación del campo natural, originada en un experimento diseñado para estudiar la influencia de la carga ovina y la relación ovino/bovino sobre la dinámica parasitaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento y registros climáticos

Los registros climáticos fueron obtenidos en la Estación Meteorológica instalada en el Centro de Investigación y Experimentación del Secretariado Uruguayo de la Lana "Dr. Alejandro Gallinal" (33°52' latitud sur, 55°34' longitud oeste, departamento de Florida), sitio donde se realizó el presente trabajo.

Descripción de los tratamientos

En un campo natural sobre un Brunosol Subéutrico típico (unidad 5.02b) del Basamento Cristalino (Duran, 1991), se establecieron cinco tratamientos: pastoreo mixto en tres relaciones ovino/bovino de 5/1, 3/1 y 1/1 (en adelante BO5a1, BO3a1 y BO1a1) siendo la carga 0.85 unidades ganaderas ha⁻¹ para todos estos tratamientos y pastoreo ovino en dos cargas, 0.85 y 1.1 unidades ganaderas ha⁻¹ (en adelante O085 y O11).

Las categorías animales utilizadas fueron 30 corderos de la raza Ideal (27.9 ± 2.1 kg de peso vivo promedio) por tratamiento y 46 vacas de invernada Hereford y Hereford x Aberdeen Angus (363.8 ± 38.2 kg de peso vivo promedio), distribuidas en 6, 10 y 30 unidades para ajustar la carga en unidades ganaderas (en adelante UG) y la relación ovino/bovino, estableciendo en 1.0 y 0.14 la equivalencia ganadera de una vaca y de un cordero de acuerdo con los pesos registrados al inicio del experimento y para el tipo de campo descrito (Chrempien, 1984; Aguirrezabala y Oficialdegui, 1993; 1994, Cocimano *et al.*, 2002).

La historia de explotación del sitio donde se instaló el experimento se desconoce, aunque podría considerarse que fue manejado como ganadería extensiva (pastoreo mixto con alivios y recargos de acuerdo con la especie y categoría animal).

El diseño experimental fue en parcelas al azar con dos repeticiones en un sistema de pastoreo de carga continua con acceso irrestricto al agua de bebida.

Análisis de la vegetación

El experimento comenzó el 19 de marzo de 2008 y los muestreos de los atributos de la pastura en los tratamientos se realizaron el 30 de setiembre de 2008. En ese lapso de tiempo, la vegetación presentó una fisonomía compuesta por un estrato bajo y uniforme correspondiente a la biomasa o forraje disponible para el pastoreo expresado en kg materia seca ha⁻¹ (en adelante MS), que contrastaba con un estrato dominado por los pastos duros "paja mansa" (*Paspalum quadrifarium* Lam.) y "espartillo" (*Stipa charruana* Arech.), asociados con "cardilla" (*Eryngium horridum* Malme), especie subarborescente y espinosa, considerada como planta de campo sucio (Rosengurt, 1979).

Estrato bajo (biomasa de pastoreo o MS disponible)

La cantidad y composición en peso seco de la biomasa o materia seca (MS) del estrato de pastoreo se evaluó mediante la técnica BOTANAL (Haydock y Shaw, 1975; Mannelje y Haydock, 1963), analizándose 50 cuadros de 0.5 x 0.5 m por tratamiento sobre la diagonal de las parcelas, referidos a cinco patrones seleccionados en el área de los tratamientos.

Las especies fueron agrupadas arbitrariamente en componentes, similar a lo realizado por Coser *et al.* (1991): gramíneas estivales (GE) [*Axonopus affinis* Chase, *Paspalum notatum* Flüegge, *Shizachyrium spicatum* Spreng., *Sporobolus platensis* L., *Bothriochloa laguroides* (DC.) Herter, *Aristida uruguayensis* Henrard, *Panicum hians* Eill.]; gramíneas anuales invernales (GIA), [*Gaudinia fragilis* L., *Vulpia australis* Nees ex Steud. y *Briza minor* L.]; gramíneas invernales perennes (GIP) [*Piptochaetium stipoides* Trin. et Rupr., *Piptochaetium montevidense* (Spreng) Parodi., *Danthonia rhyzomata* Swallen, *Danthonia*

montevidensis Hackel et Arech, *Briza subaristata* Lam.]. Los restantes componentes fueron hierbas enanas (HE) [*Oxalis* sp., *Evolvulus sericeus* Swallen, *Richardia humistrata* (Cham. et Schlecht) Steud., *Chaptalia piloselloides* Vahl, *Chevreulia sarmentosa* Pers.]; ciperáceas (CIP) [*Carex bonariensis* Desf., *Cyperus reflexus* Vahl] y Juncáceas (Junc) [*Juncus bufonius* L., *Juncus capillaceus* Lam.]; mientras que *Cynodon dactylon* L. (Cyn) y *Stipa charruana* Arech., (Stch), se evaluaron específicamente por su relevancia agronómica. El material muerto o senescente que permanece erecto y entremezclado con el tapiz fue considerado como restos secos (RS).

En cada muestreo se registró la altimetría (metros sobre el nivel del mar, m s.n.m mediante un GPS), la altura del tapiz o canopeo (Toledo y Schultze-Kraft, 1982) y se estimó el porcentaje de suelo sin cobertura (SD) para corregir la disponibilidad de MS:

$$MS_{\text{corregida}} = \text{kgMS}_{\text{disponible}} \text{ha}^{-1} (1 - \%SD)$$

Estrato de pastos duros y malezas de campo sucio

La frecuencia (muestras con presencia de la especie/ total de muestras), abundancia (porcentaje de cobertura por muestra/total de muestras) y la densidad (número de matas por muestra/ total de muestras) de las especies que integran el estrato de pastos duros y malezas de campo sucio, se estimaron mediante la técnica propuesta por Braun-Blanquet (Bonham, 1989) modificando la escala en los parámetros “r” y “+” para su análisis numérico (van der Maarel, 2007), utilizando un marco de 1 m² y 50 repeticiones por tratamiento.

El “espartillo” fue considerado en el estrato bajo si la planta no sobresalía del tapiz pastoreado, incluyéndose en el estrato de pastos duros si era identificada como mata o *touceira* (Berretta y do Nascimento, 1991).

Los análisis estadísticos se realizaron con las rutinas del programa INFOSTAT (2008).

Los registros realizados con el GPS fueron agrupados en un gráfico de “cajas y bigotes” (*box and whisker plot*), estimándose la media, la mediana y los valores extremos de las repeticiones de los tratamientos. Esta disposición topográfica de las parcelas permitió visualizar un posible efecto de la altimetría en la distribución de *paja mansa*, *cardilla* y *espartillo* y su incidencia como covariable en la contribución de los componentes de la vegetación a la MS disponible.

Los porcentajes de cobertura de las matas de *paja mansa*, *cardilla* y *espartillo* fueron transformados angularmente según

$$y_{\text{(valor transformado)}} = \arcsen \sqrt{p_{\text{(porcentaje)}}}, \text{ y los}$$

conteos de las matas en $\sqrt{(x_{\text{conteos}} + 1)}$; a los efectos de estabilizar la varianza y lograr el supuesto de normalidad (Steel y Torrie, 1981).

La magnitud de la asociación entre la cobertura de estas especies y el número de matas respecto a la altimetría (topografía) para los tratamientos, se evaluó mediante el coeficiente de correlación producto momento de Pearson:

$$r_{jk} = \frac{S_{jk}}{\sqrt{S_j^2 S_k^2}} \quad [1]$$

donde S_{jk} es la covarianza entre la variable j (cobertura ó número de matas) y la variable k (m s.n.m.), mientras que S^2 corresponde a las varianzas de j y k respectivamente.

A los efectos de ordenar los tratamientos de acuerdo con la composición de la MS disponible, se realizó un análisis de componentes principales utilizando la matriz de coeficientes de correlación producto momento de Pearson [1] entre variables estandarizadas ($\mu=0; \sigma^2=1$) para el cálculo de los autovectores (coeficientes de combinación lineal o peso de las variables) y autovalores (varianza de los componentes), identificando las relaciones entre variables y

componentes que maximicen la explicación de la varianza total.

El ordenamiento espacial multidimensional de los tratamientos realizado por componentes principales, se comparó con la formación de grupos (*clusters*) mediante un proceso aglomerativo, secuencial y jerárquico, utilizando la matriz de similitudes obtenida por la medida de distancia de Mahalanobis, que calcula la distancia entre un objeto particular j y un grupo de objetos, cuyo valor central está representado por x_i , siendo S la matriz de varianzas-covarianzas:

$$d^2_{ij} = (x_i - x_j)' S^{-1} (x_i - x_j)$$

Como método aglomerativo se aplicó el algoritmo de Ward (Rencher, 2002).

El supuesto de distribución normal de los valores de las variables respuesta (altura de la pastura, MS disponible y su composición) se evaluó descriptivamente mediante la correlación entre los cuantiles reales y los cuantiles teóricos de una distribución normal estimados por máxima verosimilitud (gráfico Q-Q).

Los efectos del tipo de pastoreo sobre las variables respuesta, se analizaron agrupando los tratamientos O085 y O11 (sólo ovinos) versus el resto (pastoreo mixto), y utilizando un modelo lineal de la forma:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij} \quad [2]$$

Y_{ij} : j -ésima respuesta de la materia seca disponible o componentes de la vegetación al i -ésimo nivel del tratamiento

μ : valor medio global

α_i : efecto del i -ésimo nivel del tratamiento tipo de pastoreo (sólo ovino vs mixto)

ε_{ij} : error experimental, asumiendo que $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$.

Los efectos de los tratamientos fueron analizados con el siguiente modelo considerando la altimetría como covariable:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta \left(x_{ij} - \bar{x}_{..} \right) + \varepsilon_{ij} \quad [3]$$

Y_{ij} : j -ésima respuesta al i -ésimo tratamiento

μ : valor medio global

α_i : efecto del i -ésimo tratamiento

x_{ij} : medida de la covariable que se realiza para Y_{ij} .

$\bar{x}_{..}$: media de los valores de x_{ij}

β : coeficiente de regresión que relaciona Y_{ij} con x_{ij}

ε_{ij} : error experimental con $\sim N(0, \sigma^2)$

En el modelo se asume que $\beta \neq 0$,

$\sum_{i=1}^{\alpha} \alpha_i = 0$, y la covariable x no está afectada

por los tratamientos.

La comparación de los tratamientos en [2] y [3] se realizó separando las medias por mínimos cuadrados ($LSD_{0.05}$) si los valores de las variables seguían una distribución normal. En caso contrario, se aplicó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis.

Efecto de la densidad ovina y bovina ha^{-1} sobre componentes de la vegetación

La variación del número de bovinos así como la ausencia de este herbívoro en dos tratamientos, determinó que la densidad de ovinos y bovinos (número de animales ha^{-1}) fuera diferente en el diseño del experimento. El posible efecto que esta situación pudo tener en las variables respuesta fue estudiada mediante un modelo de regresión múltiple "paso a paso" (*stepwise*) con el supuesto que la relación entre las variables regresoras y la variable respuesta fuera lineal.

El modelo aplicado fue el siguiente:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$$

Y_i : i -ésima observación de la variable dependiente Y

$x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$: i -ésimo valor de las variables regresoras X_1, X_2, \dots, X_k independientes

β_0 : ordenada en el origen de la recta o valor esperado de Y cuando $X_1=0$, $X_2=0$, ... $X_k=0$.

β_1 ... β_k : parámetros que representan la tasa de cambio en Y como respuesta al cambio unitario en X_1 ... X_k .

ε_{ij} : error experimental.

El valor arbitrario de $P < 0.10$ se estableció como umbral de entrada y retención de la variable en el modelo.

El porcentaje de la variabilidad de la variable respuesta explicada por la densidad ovina y bovina ha^{-1} fue obtenida multiplicando por 100 el coeficiente de determinación (R^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos del clima

Los posibles efectos del clima sobre la vegetación del campo nativo en el experimento podrían explicarse a través de las condiciones pluviométricas registradas en noviembre (Fig. 1).

De acuerdo con Baeza *et al.* (2006), noviembre es el mes de mayor actividad fotosintética en la Región Centro-Sur y desde 2004 se ha presentado con precipitaciones por debajo del promedio histórico de 121 mm registrado en el Centro de Investigación y Experimentación, ade-

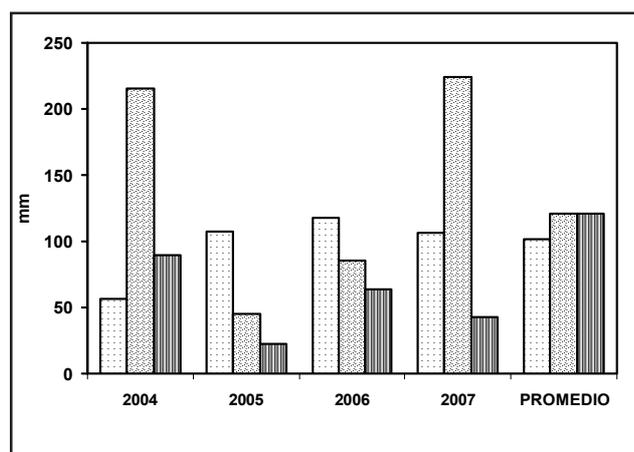


Figura 1. Precipitaciones registradas durante la primavera (setiembre a noviembre de izquierda a derecha) desde el 2004 al 2007 comparadas con el promedio histórico (1986-2004).

más de las dos primaveras secas en 2005 y 2006 (174.6 y 266.6 vs 343.9 mm promedio histórico, respectivamente). La sucesiva acumulación de estas condiciones podría haber debilitado la estabilidad de la vegetación, haciéndola reaccionar prematuramente ante un disturbio como el pastoreo (Loeser *et al.*, 2006, Williams y Albertson, 2006)

Disposición espacial de las parcelas de los tratamientos

Las parcelas de los tratamientos se distribuyeron en un rango de 202-227 m s.n.m., con una concentración hacia los 221 m. Esta irregularidad propia del terreno impidió una homogeneización espacial de los tratamientos, destacándose la ubicación de las parcelas del tratamiento de relación 1/1 y una repetición del tratamiento 3/1 con el resto del ensayo (Fig. 2).

La distribución y cobertura de *paja mansa*, *espartillo* y *cardilla* en los tratamientos mostraron una asociación negativa con la topografía de

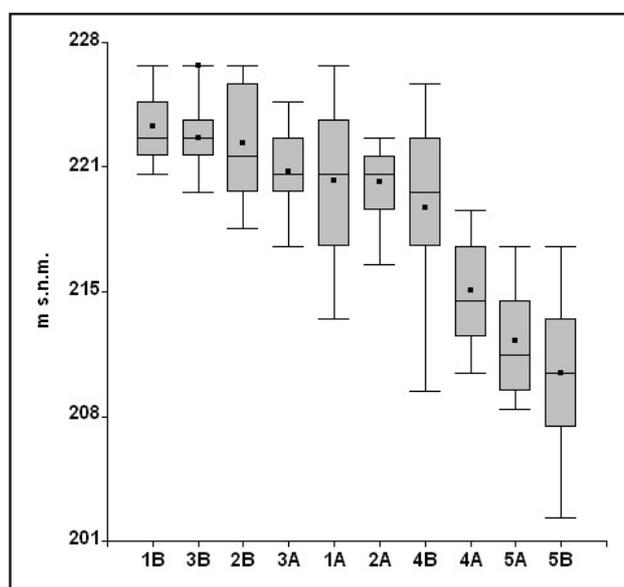


Figura 2. Gráfico de cajas (*box-plot*) con la ubicación topográfica de las parcelas de los tratamientos ordenadas de mayor a menor. Tratamientos 1 (sólo ovino 1.1 UG ha^{-1}), 2 (sólo ovino 0.85 UG ha^{-1}), 3 (ovino/bovino 5/1), 4 (ovino/bovino 3/1), 5 (ovino/bovino 1/1). A y B: repeticiones. Mediana: línea transversal en la caja. Media: punto dentro de la caja.

los tratamientos O11, pero positiva para *espartillo* y *cardilla* en los tratamientos BO3a1 y BO1a1 (cuadro 1).

Estos resultados se corresponden con la disposición de las parcelas de estos tratamientos, sobre todo para BO3a1 y BO1a1, ubicados a un nivel inferior con respecto a O11, en un ambiente más propicio para el desarrollo de *paja mansa* en relación a *espartillo* y *cardilla* que requieren mayor elevación con menos humedad y competencia. En el tratamiento O11, si bien las parcelas no son homogéneas topográficamente, su

posición correspondería a un sitio con tendencia a *empajarse* más que a ensuciarse e incrementar la flechilla (Stch).

A su vez, la cobertura estuvo asociada a la cantidad de matas sobre todo en *paja mansa* y *cardilla* (cuadro 2), sugiriendo que ambas poseen individuos bien delimitados, mientras que *espartillo* exhibe un mayor número de individuos, pero de escaso desarrollo.

El resumen de las características de las tres especies en el área del experimento (cuadro 3), permite deducir que la población de *paja mansa*

Cuadro 1. Coeficiente de correlación de Pearson entre la altimetría (m s.n.m.) y el porcentaje de cobertura de “paja mansa”, “espartillo” y “cardilla” (transformado según $\sqrt{\text{porcentaje}}$) para los diferentes tratamientos (*: $p < 0.05$, NS: no significativo, N= 50).

	Tratamientos				
	O11	O085	BO5a1	BO3a1	BO1a1
<i>Paja mansa</i>	-0.36 *	-0.11 NS	-0.17 NS	0.17 NS	0.05 NS
<i>Espartillo</i>	-0.34 *	0.0 NS	0.04 NS	0.33*	0.30 *
<i>Cardilla</i>	-0.34 *	0.0 NS	0.04 NS	0.33 *	0.30 *

Cuadro 2. Coeficiente de correlación de Pearson entre porcentaje de cobertura (transformado según $\sqrt{\text{porcentaje}}$) y el número de matas de “paja mansa”, “espartillo” y “cardilla” (transformado según $\sqrt{x+1}$) para los diferentes tratamientos (*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$, NS: no significativo, N= 50).

	Tratamientos				
	O11	O085	BO5a1	BO3a1	BO1a1
<i>Paja mansa</i>	-0.94 **	-0.91**	-0.96**	-0.79**	-0.84**
<i>Espartillo</i>	0.0 NS	0.0 NS	0.04 NS	-0.08 NS	0.10 NS
<i>Cardilla</i>	-0.81**	0.0 NS	-0.98 **	0.89 **	-0.92 **

Cuadro 3. Estimación de la frecuencia (%), densidad (número de plantas m²) y abundancia (%) de “paja mansa”, “espartillo” y “cardilla”, aplicando el método de Braun-Blanquet (n: 250).

	Frecuencia	Densidad	Abundancia
<i>Paja mansa</i>	56.00	2.63	4.68
<i>Espartillo</i>	18.80	0.59	5.2
<i>Cardilla</i>	0.08	0.18	0.58

y espartillo tiende a distribuirse en manchones con cierta regularidad (Booth *et al.*, 2003). Por el contrario, la incidencia de *cardilla* es escasa.

A pesar que estas especies no integran la dieta de los dos herbívoros (sólo excepcionalmente y en cierto orden según la severidad del disturbio), su abundancia puede condicionar el pastoreo, ya sea reduciendo el área o restringiendo el acceso. Las características evaluadas (frecuencia, cobertura y densidad) permiten afirmar que no hubo interferencia alguna con los animales ni se afectó la disponibilidad del estrato bajo de la vegetación y sus componentes.

Ordenamiento de los tratamientos y la composición de la vegetación

El método multivariante de componentes principales permitió reducir el número de variables al obtener los valores propios (autovalores) de cada componente y la proporción de la varianza

explicada por cada uno (cuadro 4), seleccionando los componentes con valores propios superiores a uno y que garanticen al menos un 70% de explicación de la variabilidad (principio de parsimonia), reteniéndose dos componentes que explicaron un 89% de la variabilidad total.

A su vez, los coeficientes (autovectores) corresponden a la contribución (peso) de la variable que permite explicar la variabilidad capturada en los componentes retenidos.

La correlación entre los componentes y las variables originales destaca la importancia de la variable en la construcción del componente, porque la suma de los cuadrados de las correlaciones en el componente es la cantidad de varianza que explica, o sea su autovalor.

Interpretación de los componentes

El componente 1 (CP1) se encuentra correlacionado positivamente con *Stch*, *Junc* y

Cuadro 4. Valores propios (λ) y proporción de la varianza explicada calculada a partir de la matriz de correlación para datos estandarizados.

Lambda (λ)	Valores propios	Proporción de la varianza total explicada	
		Absoluta	Acumulada
1	5.73	0.63	0.63
2	2.31	0.26	0.89
3	0.71	0.08	0.97
4	0.26	0.03	1.00

Cuadro 5. Autovectores (E: coeficientes de las variables) y correlación de los componentes principales (CP1 y 2) con las variables originales.

Variables	Autovectores		Correlación con la variables originales	
	E1	E2	CP1	CP2
<i>GE</i>	-0.37	0.26	-0.88	0.39
<i>GIA</i>	0.37	0.07	0.88	0.11
<i>HE</i>	-0.32	-0.35	-0.77	-0.53
<i>CIP</i>	-0.07	0.64	-0.18	0.98
<i>Stch</i>	0.41	0.13	0.97	0.20
<i>RS</i>	-0.33	-0.24	-0.79	-0.36
<i>Cyn</i>	0.20	-0.56	0.47	-0.86
<i>Junc</i>	0.41	-0.03	0.99	-0.05
<i>GIP</i>	-0.37	0.02	-0.88	0.03

GIA, pero negativamente con GIP, GE, RS y HE. Este resultado podría interpretarse como un componente que representa a una vegetación con tendencia al endurecimiento (Stch) y a cierta degradación (contribución de GIA y especies de escasa palatabilidad como Junc en contraposición a grupos de especies como GIP, GE o incluso HE). A su vez, esta afirmación se fortalece con la ausencia de RS porque muestra la carencia de una vegetación que exceda el consumo, se acumule y los proporcione.

El componente 2 (CP2) se encuentra relacionado positivamente con CIP y negativamente con Cyn. Esta correlación describiría un efecto topográfico, porque CIP corresponde a un grupo de especies exigentes en humedad donde Cyn presenta dificultades para desarrollarse.

Al ordenar los tratamientos en el ámbito de las variables, se destaca el efecto del pastoreo sólo con ovinos en relación al pastoreo mixto (Fig. 3), situándose los tratamientos O085 y O11 en los cuadrantes relacionados con endurecimiento y cierta degradación.

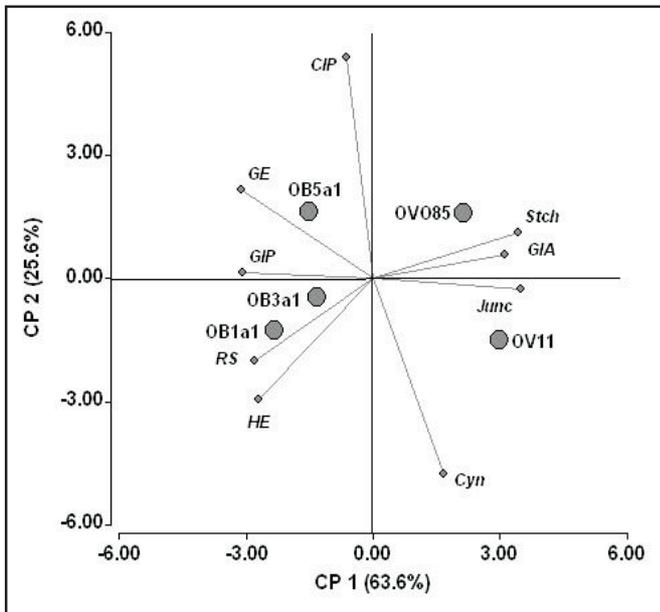


Figura 3. Ordenamiento de los tratamientos con respecto a los componentes principales (CP 1 y 2 y su contribución porcentual a la explicación de la varianza) y su relación con las variables originales (componentes de la MS disponible).

Los efectos del tratamiento O085 sobre los componentes de la vegetación son el desarrollo de pastos duros (Stch) y el debilitamiento del resto de la pastura (GE, GIP y HE) que posibilita el incremento de especies anuales (GIA). El tratamiento O11, al tener mayor carga (y por lo tanto mayor consumo de forraje), presiona aún más la pastura, la que exhibe síntomas de degradación (Cyn).

Los tratamientos de pastoreo mixto mantienen la estabilidad de la vegetación (GE, GIP y HE), reducen la contribución de pastos duros (Stch) y evitan el incremento de Cyn. Sin embargo, se observa que a medida que la relación ovino/bovino disminuye, la contribución de HE es mayor en detrimento de GE y GIP.

El agrupamiento de los tratamientos en base a medidas de distancia corroboró lo expuesto en el ordenamiento por componentes principales separando los pastoreos sólo con ovinos de los pastoreos mixtos al 50% de la distancia máxima (2.55). En este último pastoreo, los tratamientos BO1a1 y BO3a1 son más similares que BO5a1 (Fig.4).

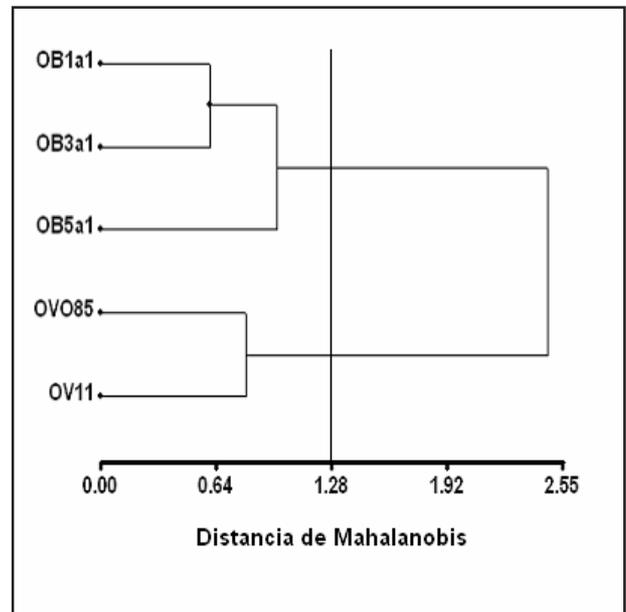


Figura 4. Dendrograma de agrupamiento de los tratamientos de acuerdo con el índice de similitud de Mahalanobis (correlación cofenética del agrupamiento: 0.913).

El coeficiente de correlación cofenético ($r=0.913$) confirmó la bondad de la estructura jerárquica de los elementos analizados.

Al compararse los efectos del tipo de pastoreo (sólo ovino vs mixto) sobre el campo nativo, se observó que no hubo diferencias en la cantidad de MS disponible, en Cyn y CIP ($P>0.05$), pero sí en el resto de sus componentes y en la altura de la pastura ($P<0.05$).

Estos resultados indicarían que para las condiciones del experimento (climáticas, ambientales y época de evaluación), se obtiene una disponibilidad de forraje similar en los tipos de pastoreo, pero con una composición diferente, predominando Stch, Junc y GIA en los pastoreos sólo con ovinos como se determinó en los análisis precedentes, coincidiendo con lo resumido por Oficialdegui y Rodríguez (1984).

El efecto de los tratamientos no fue diferente en la cantidad de MS disponible ni en la cantidad de HE, Cyn y Junc ($P>0.05$). Es probable que la variabilidad de HE y Junc en cada tratamiento no permitió evaluar las diferencias, pero su respuesta a las variables de pastoreo está determinada en otros análisis (cuadro 7).

Los resultados más destacados corresponden a GE, componente que es favorecido por el pastoreo mixto y una relación ovino/bovino donde predominan los primeros; a Stch que disminuye en pastoreo mixto, sobre todo en la rela-

ción ovino/bovino que favorece a GE; y GIP, que también es favorecida por el pastoreo mixto, especialmente en la relación ovino/bovino más baja.

En Stch hubo un efecto positivo de la variable concomitante altimetría (+8.50, $P<0.05$) que incidió en los resultados al ubicarse las parcelas de los tratamientos sólo con ovinos en una topografía adecuada para el crecimiento de esta especie. En los demás componentes donde también la altimetría tuvo efecto, sólo se destaca CIP, coincidiendo con el ambiente propicio para el desarrollo de estas especies.

Al evaluar la incidencia de la densidad de ambos herbívoros en la composición de la pastura (cuadro 8), se destaca el control que ejerce el bovino sobre Stch, mientras que el ovino presiona a GE, reduciendo su capacidad competitiva y favoreciendo el desarrollo de especies menos palatables como Stch y Junc.

Ambiente, vegetación y relación con el pastoreo

Una vegetación similar a la del experimento fue evaluada durante 24 años obteniéndose una producción primaria neta aérea (PPNA) de 4.35 ± 0.91 ton MS ha⁻¹ año⁻¹ con un pico porcentual del 36 ± 12 en primavera (setiembre a noviembre) donde la calidad de la pastura es máxima (Formoso y Colucci, 2008). Estos valo-

Cuadro 6. Comparación del efecto del tipo de pastoreo (sólo ovinos vs mixto) sobre la altura de la pastura (cm), la MS disponible y la contribución en peso de los distintos componentes, expresado en kg ha⁻¹ (media \pm error estándar).

		MS									
	Altura	disponible	GE	GIA	HE	CIP	Stch	RS	Cyn	Junc	GIP
Pastoreo	1.71	343.63	61.85	10.30	55.29	22.04	150.94	1.80	8.44	11.02	22.77
Ovino	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
N=100	0.06	27.80	8.28	1.80	5.62	3.88	20.75	1.52	4.26	2.81	5.32
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Pastoreo	2.43	300.21	120.21	3.20	72.96	24.11	25.33	8.54	3.83	1.69	41.53
mixto	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm
N=150	0.05	22.70	6.76	1.47	4.59	3.16	16.95	1.24	3.48	2.29	4.34
	b	a	b	b	b	a	b	b	a	b	b

Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente ($p>0.05$).

Cuadro 7. Efecto de los distintos tratamientos (carga y relación ovino/bovino) y la altimetría (variable concomitante) sobre la altura de la pastura (en cm), la MS disponible y su composición, expresado en kg ha⁻¹ (N= 50, *: P<0.05, NS: no significativo).

	Tratamientos					Covariable
	O11	O085	BO5a1	BO3a1	BO1a1	m s.n.m.
Altura	1.51 a	1.99 b	2.30 c	2.44 c	2.47 c	NS
MS disponible	285.63 a	361.95 a	281.53 a	321.44 a	337.35 a	NS
GE	45.53 a	86.71 b	133.93 bc	123.22 cd	94.97 d	NS
GIA	8.82 a	11.78 a	1.70 b	5.75 ab	2.17 b	0.70 *
HE	61.91 a	56.95 a	65.92 a	76.71 a	67.98 a	NS
CIP	18.75b	38.69a	42.40a	15.96b	0.63c	-2.34*
Stch	114.40 ab	138.95 a	3.42 c	49.41 bc	71.70 abc	8.50*
RS	2.42 a	4.92 ab	5.81 ab	8.30 b	7.75 ab	-0.66*
Cyn	14.85 a	2.03 a	0.00 a	4.03 a	7.45 a	NS
Junc	11.68 a	10.35 a	1.49 a	2.22 a	1.37 a	NS
GIP	17.10 a	19.58 ab	38.73 b	32.65 ab	62.07 c	NS

Letras iguales en la misma columna no difieren significativamente (p>0.05).

Cuadro 8. Incidencia (R²x100) de la densidad ovina y bovina ha⁻¹ (parámetro ± error estándar, N= 10) en la MS disponible ha⁻¹ de los componentes de la vegetación.

	Número de animales ha ⁻¹			
	Ovinos	Bovinos	R ²	Probabilidad
GE	-10.61 ± 2.23		74	0.0014
GIA		-10.77± 3.73	51	0.0204
HE		31.34 ± 10.02	55	0.0141
Stch		-198.98 ± 33.25	82	0.0003
RS		12.64 ± 3.05	68	0.0032
Junc	1.65 ± 0.07		37	0.0640
GIP		30.38 ± 15.76	32	0.0900

res destacan la importancia de esta estación en la producción total anual.

Los periodos secos previos al experimento y particularmente en noviembre, habrían adquirido un efecto acumulativo (Morecroft *et al.*, 2004) e influido en la estabilidad de las especies según su ciclo de vida, hábito de crecimiento y sistema de reproducción (O'Connor, 1994; Grant *et al.*, 1996; Vesk y Westoby, 2001, Stampfli y Zeiter, 2004) determinando su reacción a los tratamientos con cambios estructurales en un tiempo relativamente breve.

Los cambios favorecieron la presencia de anuales cuyo reclutamiento es por semilla (GIA) y disminuyeron las perennes apetecidas (GE, GIP) por muerte o reducción de macollos (Kammer, 2002), incrementándose la frecuencia de las menos palatables como *paja mansa*, *cardilla*, *espartillo*, CIP y Junc según tratamientos y altimetría, medida que representa la topografía donde se instaló el experimento.

A su vez, la topografía estaría asociada con determinados parámetros edáficos que condicionan el desarrollo de especies (Perelman *et al.*, 2001) y amortiguan la magnitud de los cambios producidos por el pastoreo (Cingolani *et al.*, 2003). Por esta razón *paja mansa*, *espartillo* y *cardilla* están negativamente relacionados con la altimetría en el tratamiento OV11, ubicado comparativamente en una posición más elevada que BO3a1 y BO1a1 (Fig.2), donde la topografía genera un ambiente propicio para *paja mansa*, pero más competitivo para *espartillo* y *cardilla* que requieren sitios más elevados en las parcelas de ambos tratamientos.

El agrupamiento de tipos de pastoreo (ovino vs mixto) y el gradiente según la relación ovino/bovino (Figs. 3 y 4), están relacionados con los resultados de un experimento exploratorio realizado por Formoso y Gaggero (1990), donde se obtuvieron diferencias funcionales y estructurales entre pastoreos continuos con relación ovino/bovino 2/1 y 5/1, disminuyendo la PPNA un 25% y aumentando las no gramíneas hasta un 50% en la contribución a la cobertura vegetal en el tratamiento 2/1. Este experimento se evaluó

durante seis años, incluyendo un período drásticamente seco en los dos últimos años (1989-90), amplificándose los efectos de los pastoreos. Como consecuencia de estos resultados, Formoso (2005) realizó un nuevo experimento utilizando la carga animal a tres niveles y el sistema de pastoreo (continuo y diferido) como variables explicatorias, con una relación ovino/bovino de 3/1 para todas las variables. El experimento se mantuvo durante tres años siendo el efecto año un factor determinante en la producción animal ($P < 0.05$). El primer año (1991) luego del periodo seco, las especies que permanecieron en el tapiz tenían espacio y recursos para desarrollarse y producir, obteniéndose significativas ganancias de peso en bovinos y ovinos. Al año siguiente, la densocompetencia, proceso que regula la dinámica de la vegetación nativa (Formoso, datos no publicados), determinó una disminución de la PPNA que se reflejó en la producción animal y en el último año se produjo un evento de sequía que determinó el colapso de las cargas más altas (1.0 y 1.2 UG ha⁻¹ en su versión pastoreo continuo y continuo y diferido, respectivamente), permaneciendo las cargas 0.8 UG ha⁻¹ con ambos sistemas de pastoreo y 1.0 UG ha⁻¹ con pastoreo diferido. Si bien no se analizó la información obtenida en contribución por presencia de especies, podría suponerse que ocurrieron cambios en la estructura de la vegetación de los tratamientos de acuerdo con lo presentado por (Moog *et al.* (2002).

La especie que posibilitó la permanencia del tratamiento 1.0 UG ha⁻¹ diferido fue Stch porque proporcionó forraje en invierno hasta el rebrote de primavera en un año crítico.

En el experimento que se analiza, la desaparición de Stch en los tratamientos donde el bovino se encuentra presente en relación a los tratamientos sólo con ovinos, tiene su fundamento en la capacidad selectiva de ambas especies, donde el ovino por su fisiología (menor tamaño corporal, alta relación entre el volumen del rumen y el peso corporal, una boca pequeña y bajos requerimientos absolutos de alimento), puede

insumir más tiempo en cosechar plantas o partes de plantas (pastos cortos incluidos en el componente GE) de mayor calidad en relación a los bovinos, cuya estrategia está diseñada para consumir grandes volúmenes de forraje de calidad promedio para cubrir mayores exigencias de mantenimiento (Borrelli y Oliva, 2001). El aumento de la densidad ovina (OV085 a OV11) reduce drásticamente la oferta de especies palatables sobre todo fuera de su estación de crecimiento y con estrés climático, comenzando a comprometer otras especies que originalmente son rechazadas como Stch. Esta situación libera aún más recursos del sistema, reduce la competencia y beneficia a especies como Junc (Laca, 2000).

La reducción en la altura de la pastura favorece al ovino en los tratamientos que pastorea con el bovino, porque mantiene su capacidad de selección en condiciones restrictivas (Grant *et al.*, 1985; Formoso y Colucci, 1999; Spörndly *et al.*, 2000).

La variabilidad climática interanual ha sido un factor que condicionó la producción en el pasado y se espera que continúe haciéndolo en el presente (Salmon y Donnelly, 2007).

A pesar de las restricciones hídricas y el pastoreo, el restablecimiento de las especies palatables y su productividad es más factible que ocurra si se restablece el régimen pluviométrico, que si el disturbio fuera originado por un prolongado exceso de humedad (Flemmer *et al.*, 2003, Nicholas *et al.*, 2004). El tiempo necesario para generar estos cambios es relativamente breve estimándose en dos años aproximadamente (Altesor *et al.*, 2005) y puede lograrse integrando estrategias de manejo compatibles con la utilización y preservación de las especies nativas, lo cual ha sido posible en ambientes de baja

productividad, pero difícil para ambientes productivos (Dorrough *et al.*, 2004) donde la intensificación y modificación ambiental son más drásticas.

CONCLUSIONES

El tipo de pastoreo sólo ovino agrupó los componentes de la vegetación que representan endurecimiento (Stch) y síntomas de degradación (Junc, GIA, Cyn) según aumenta la carga ovina, en relación al pastoreo mixto que presenta mejor balance de grupos de especies (GE, GIP) y control del endurecimiento (Stch), pero con una tendencia a aumentar las HE a medida que disminuye la relación ovino/bovino, lo que constituye también un síntoma de degradación.

Estos resultados indican las ventajas del pastoreo mixto vs sólo ovino para la utilización productiva de estas comunidades.

Los tratamientos de pastoreo ovino con diferente carga y pastoreo mixto a distintas relaciones ovino/bovino afectaron los componentes de la vegetación del campo nativo ($P < 0.05$), la altura del forraje ($P < 0.05$), pero no su disponibilidad ($P > 0.05$).

Las condiciones climáticas que venían registrándose con cierta regularidad desde tiempo atrás habrían acelerado los efectos de los tratamientos sobre la vegetación, aún cuando no se haya cuantificado su incidencia.

Agradecimientos

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias realizados por E. Berretta y G. Bancho (INIA), P. Boggiano (Facultad de Agronomía), R. Pizzio (INTA), G. E. Maraschin y anónimos revisores que contribuyeron a mejorar este trabajo.

REFERENCIAS

- ABAYE A.O., ALLEN V.G., FONTENOT J.P. 1994. Influence of Grazing Cattle and Sheep Together and Separately on Animal Performance and Forage Quality. *J.Anim.Sci.* 72:1013-1022.
- AGUIRREZABALA M., OFICIALDEGUI R. 1993. Simulación del Consumo Bovino y Ovino en Condiciones de Pastoreo. *Producción Ovina* 6:88-110.
- _____. 1994. Experimentación simulada de la Época de Apareamiento de Ovinos y Bovinos Sobre el Consumo de Forraje y la Capacidad de Carga. *Producción Ovina* 7:23-34.
- ALTESOR A., PIÑEIRO G., LEZAMA F., RODRÍGUEZ C., LEONI E., BAEZA S., PARUELO J. 2005. El Efecto del Pastoreo Sobre la Estructura y el Funcionamiento de las Praderas Naturales Uruguayas: ¿Qué Sabemos y Cómo Podemos Usar ese Conocimiento para Manejarlas Mejor? En: *Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural*. INIA. Serie Técnica 151.:21-32.
- BAEZA S., PARUELO J., ALTESOR A. 2006. Caracterización Funcional de la Vegetación del Uruguay Mediante el Uso de Sensores Remotos. *INTERCIENCIA*. 31:382-388.
- BERRETTA E.J. 2005. Producción y Manejo de la Defoliación en Campos Naturales de Basalto. En: *Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural*. INIA. Serie Técnica 151.:61-73.
- BERRETTA E.J., DO NASCIMENTO D. 1991. Glosario Estructurado de Términos sobre Pasturas y Producción Animal. Puignau J.P. (editor). *DIALOGO XXXII. IICA. Montevideo:126p.*
- BOGGIANO P., ZANONIANI R., MILLOT J.C. 2005. Respuestas del Campo Natural a Manejos con Niveles Crecientes de Intervención. En: *Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural*. INIA. Serie Técnica 151.:105- 113.
- BONHAM CH.D. 1989. Measurement for Terrestrial Vegetation. *John Wiley & Sons. Fort Collins. Colorado: 338p.*
- BOONE R.B. 2005. Quantifying Changes in Vegetation in Shrinking Grazing Areas in Africa. *Conservation and Society* 3:150-173.
- BOOTH B.D., MURPHY S.D., SWANTON C.J. 2003. Studying Populations and their Interactions. In *Weed Ecology. Natural and Agricultural Systems. CAB International:155-178.*
- BORRELLI P., OLIVA G. 2001. Efectos de los Animales sobre los Pastizales. En: *Ganadería Sustentable en la Patagonia Austral (Ed) INTA. Reg. Pat. Sur: 269p.*
- CINGOLANI A.M., CABIDO M.R., RENISON D., SOLÍS NEFFA V. 2003. Combined Effects of Environment and Grazing on Vegetation Structure in Argentine Granite Grasslands. *Journal of Vegetation Science* 14:223-232.
- COCIMANO M., LANGE A., MENVIELLE E. 2002. Equivalencias Ganaderas. Escalas Simplificadas. *AACREA. 5a Edición: 32pp.*
- COSER A.C., DO NASCIMENTO D., GOMIDE J.A., COELHO DA SILVA J.F., DE ALMEIDA M., GARCIA R., MARTINS C.E. 1991. Utilização do Botanal em Comparação a Outros Métodos de Avaliação em Pastagens Naturais. *Pesq. agróp. bras.* 26:759-767.
- CHREMPIEN C.L. 1984. Antecedentes Técnicos y Metodología Básica para Utilizar en Presupuestación en Establecimientos Ganaderos. *Ed. Hemisferio Sur. Montevideo.75p.*
- DORROUGH J., YEN A., TURNER V., CLARK S.G., CROSTHWAITE J., HIRTH J.R. 2004. Livestock Grazing Management and Biodiversity Conservation in Australian Temperate Grassy Landscapes. *Aust. J. Exp. Agric. Res.* 55:279-295.
- DURAN A. 1991. Los Suelos del Uruguay. *2a Ed. Hemisferio Sur. Montevideo: 398p.*
- FLEMMER A.C., BUSO C.A., FERNÁNDEZ O.A., MONTANI T. 2003. Effects of Defoliation at Varying Soil Water Regimes on Aboveground Biomass of Perennial Grasses. *Arid Land Research and Management* 17:139-152.
- FORMOSO D. 2005. La Investigación en Utilización de Pasturas Naturales sobre Cristalino Desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. En: *INIA (Ed.). Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural. Serie Técnica N°151:51-59.*
- FORMOSO D., COLUCCI P.E. 1999. Efecto del Sistema de Pastoreo en la Dieta de Primavera de Ovinos y Bovinos Pastoreando Campo Natural. *Producción Ovina.* 12:19-26.

- _____. 2008. Productividad de Mejoramientos de Campo Natural en Cristalino Central, Uruguay. En: *XXII Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur*. INIA, FAO, PROCISUR. Minas, 21 al 23 de Octubre:3p.
- FORMOSO D., GAGGERO C. 1990. Efecto del Sistema de Pastoreo y la Relación Ovino/Bovino sobre la Producción de Forraje y la Vegetación del Campo Natural. En: *Hemisferio Sur (Ed). II Seminario Nacional de Campo Natural*. Tacuarembó. 15-16 Noviembre.
- FOTCH T., AND PILLAR V.D. 2003. Spatial Patters and Relations With Site Factors in a Campos Grassland Under Grazing. *Braz. J. Biol.* 63:423-436.
- GRANT S.A., SUCKLING D.E., SMITH H.K., TORVELL L., FORBES T.D.A., HOGDSON J. 1985. Comparative Studies of Diet Selection by Sheep and Cattle: the Hill Grasslands. *Journal of Ecology* 73:987-1004.
- GRANT S.A., TORVELL L., SIM E.M., SMALL J.L., ARMSTRONG R.H. 1996. Controlled Grazing Studies on Nardus Grassland: Effects of Between-Tussock Sward Height and Species of Grazer on Nardus Utilization and Floristic Composition in Two Fields in Scotland. *Journal of Ecology* 33:1053-1064.
- HAYDOCK K.P., SHAW H.H. 1975. The Comparative Yield Method for Estimating Dry Matter Yield of Pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Husb.* 15:663-670.
- INFOSTAT. 2008. Infostat, versión 2008. Manual del Usuario. *Grupo Infostat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas, Argentina:334p.*
- KAMMER P.M. 2002. Developmental Responses of Subdominant Grassland Species to Current Weather Conditions and Their Relevance for Annual Vegetation Changes. *Folia Geobotanica* 37.
- LACA E. 2000. Modelling Spatial Aspects of Plant-Animal Interactions. En: *G. Lemaire, J. Hogdson, A. de Moraes, C. Nabinger, P.C. de F. Carvalho (Eds) Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology:209-231.*
- LEMAIRE G., CHAPMAN D. 1996. Tissue Flows in Grazed Plant Communities. En: *J.Hogdson y A.W.Illius (Eds). The Ecology and Management of Grazing Systems. CAB International. UK:3-36.*
- LOESER M.R.R., SISK T.D., CREWS T.E. 2006. Impact of Grazing Intensity during Drought in an Arizona Grassland. *Conservation Biology* 21:87-97.
- MANNETJE L.'T, HAYDOCK K.P. 1963. The Dry-Weight- Rank Method for the Botanical Analysis of Pasture. *Journal of the British Grassland Society.* 18:268-275.
- MGAP-DIEA. 2008. Anuario Estadístico Agropecuario. (en línea). *Disponibile en <http://www.mgap.gub.uy/diea/Anuario2008/pages/a-indice.html> (consultado el 28/7/08).*
- MOOG D., POSCHLOD P., KAHMEN S., S. K. 2002. Comparison of Species Composition Between Different Grassland Management Treatments after 25 Years. *Applied Vegetation Science* 5:99-106.
- MORECROFT M.D., MASTERS G.J., BROWN V.K., CLARKE I.P., TAYLOR M.E., WHITEHOUSE A.T. 2004. Changing Precipitation Patterns Alter Plant Community Dynamics and Succession in an Ex-Arable Grassland. *Functional Ecology* 18:648-655.
- NICHOLAS P.K., KEMP P.D., BARKER D.J. 2004. Stress and Recovery of Hill Pastures in the North Island of New Zealand. *Grass and Forage Science* 59:250-263.
- NOLAN T., CONNOLY J., WACHENDORF M. 2001. Mixed Grazing and Climate Determinants of White Clover (*Trifolium repens* L.) Content in a Permanent Pasture. *Annals of Botany.* 88:713-724.
- O'CONNOR T.G. 1994. Composition and Population Responses of an African Savanna Grassland to Rainfall and Grazing. *Journal of Applied Ecology* 31:155-171.
- OFICIALDEGUI R., RODRÍGUEZ A. 1984. Análisis del Pastoreo Conjunto de Ovinos y Bovinos. *Ovinos y Lanas. Boletín Técnico N°12.* 15-28.
- PARSONS A.J., DUMONT B. 2003. Spatial Heterogeneity and Grazing Processes. *Anim. Res.* 52:161-179.
- PERELMAN S.B., LEÓN R.J.C., OESTERHELD M. 2001. Cross scale Vegetation Patterns of Flooding Pampa Grasslands. *Journal of Ecology* 89:562-577.
- RENCHER A. 2002. Methods of Multivariate Analysis. *John Wiley & Sons. Inc. 2ed.edition:732p.*

- ROSENGURTT B. 1979. Tabla de Comportamiento de las Especies de Campo Natural en el Uruguay. Montevideo. Universidad de la República. Departamento de Publicaciones y Ediciones: 86pp.
- SALMON L., DONNELLY J. 2007. Variability in Weather: What are the Consequences for Grazing Enterprises? *Proceedings of the 22nd Conference of the Grassland Society of NSW. Grassland Society of NSW Inc.*:6p
- SPÖRNDLY E., OLSSON I., BURSTEDT E. 2000. Grazing by Steers at Different Sward Surface Heights on Extensive Pastures: a Study of Weight Gain and Fat Deposition. *Acta Agric. Scand., Sec. A, Animal Sci.* 50:184-192.
- STAMPFLI A., ZEITER M. 2004. Plant Regeneration Directs Changes in Grassland Composition after Extreme Drought: a 13-Year Study in Southern Switzerland. *Journal of Ecology* 92:568-576.
- STEEL R.G.D, TORRIE J.H. 1981. Principles and Procedures of Statistics. McGraw Hill, Inc.:632p.
- TOLEDO J.M., SHULTZE-KRAFT. 1982. Metodología para la Evaluación Agronómica de Pastos Tropicales. En: Toledo J.M.(ed). *Manual para la Evaluación Agronómica. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. CIAT, Cali. Colombia:* 91-110.
- VAN DER MAAREL, E. 2007. Transformation of Cover-Abundance Values for Appropriate Numerical Treatment - Alternatives to the Proposals by Podani. *Journal of Vegetation Science* 18:767-770.
- VESK P.A., WESTOBY M. 2001. Predicting Plant Species' Responses to Grazing. *Journal of Applied Ecology* 38:897-909.
- WILMSHURST J.F., FRYXELL J.M., BERGMAN C.M. 2000. The Allometry of Patch Selection in Ruminants. *Proc. R. Soc. Lond. B* 267:345-349.
- WILLIAMS CH.A., ALBERTSON J.D. 2006. Dynamical Effects of the Statistical Structure of Annual Rainfall on Dryland Vegetation. *Global Change Biology* 12:772-792.