

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA RELACIÓN OVINO/BOVINO Y EL SISTEMA DE PASTOREO
EN LA VEGETACIÓN DEL CAMPO NATIVO DEL CRISTALINO
CENTRAL

por

Marianela CORREA

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.

MONTEVIDEO
URUGUAY
2018

Tesis aprobada por:

Director: -----
Ing. Agr. Daniel Formoso

Ing. Agr. (PhD.) Pablo Boggiano

Ing. Agr. (PhD.) Daniel Fernández Abella

Fecha: 16 de noviembre de 2018

Autora: -----
Marianela Correa Nacimiento

AGRADECIMIENTOS

Por este medio quisiera agradecer a mis padres por darme la posibilidad de realizar la carrera, a mi Director de Tesis Ing. Agr. Daniel Formoso por su entrega y dedicación, a quienes tomaron los datos en el trabajo de campo de este trabajo.

A mi esposo y mis hijos por su apoyo y compañerismo incondicional.

A mi amiga Ing. Agr. Fiorella Cazzuli y a mi hermana Ing. Agr. Daniela Correa ambas por darme fuerza día a día y brindarme su apoyo incondicional.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>EL CAMPO NATURAL EN EL URUGUAY</u>	3
2.1.1. <u>Características generales e importancias</u>	3
2.1.2. <u>Funciones de las pasturas naturales</u>	4
2.1.3. <u>Clima del Uruguay</u>	5
2.2. <u>CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DEL BASAMENTO CRISTALINO</u>	6
2.2.1. <u>Producción de las pasturas del basamento cristalino</u>	7
2.2.2. <u>Composición florística de las pasturas</u>	9
2.2.3. <u>Calidad de la pastura</u>	10
2.3. <u>SISTEMA DE PASTOREO</u>	12
2.3.1. <u>Pastoreo continuo</u>	12
2.3.2. <u>Pastoreo intermitente o controlado</u>	13
2.3.4. <u>Pastoreo continuo versus intermitente</u>	15
2.4. <u>EFFECTO DE LA RELACIÓN OVINO BOVINO SOBRE LAS PASTURAS</u>	17
2.5. <u>CONCEPTOS BÁSICOS DE COMUNIDAD Y DIVERSIDAD</u>	18
2.5.1. <u>¿Qué es una comunidad?</u>	18
2.5.2. <u>Los componentes básicos de diversidad: riqueza e igualdad</u>	19
2.5.3. <u>Diversidad de especies</u>	20
2.5.4. <u>Formas de analizar diversidad</u>	20
2.5.5. <u>Índices para medir diversidad alfa</u>	21
2.5.5.1 <u>Índices de diversidad</u>	22
2.6. <u>EFFECTO DEL PASTOREO SOBRE LAS PASTURAS NATURALES</u>	24
2.6.1. <u>Efecto del pastoreo sobre las estructura y diversidad florística de la comunidad vegetal</u>	25
2.6.2. <u>Efecto del pastoreo sobre la composición botánica funcionamiento de las pasturas</u>	29
2.6.3. <u>Efecto del pastoreo sobre el banco de semillas</u>	33
2.6.4. <u>Efecto de los animales sobre las pasturas</u>	36
2.6.4.1. <u>Pisoteo</u>	36

2.6.4.2. Deyecciones.....	37
2.6.4.3. Selectividad.....	38
2.6.4.4. Carga animal.....	41
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	43
3.1. TRATAMIENTOS.....	43
3.2. RELEVAMIENTOS SOBRE LA VEGETACIÓN.....	43
3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	44
3.3.1. <u>Análisis multivariados</u>	45
3.3.1.1. Análisis de componentes principales.....	45
3.2.3.2. Análisis de conglomerados (clusters).....	45
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	46
4.1.1. <u>Frecuencia (%) por presencia acumulada y número de especies</u>	46
4.1.2. <u>Índice de Shannon - Wiener</u>	48
4.1.3. <u>Índice de Evenness</u>	49
4.1.4. <u>Índice de Simpson</u>	50
4.1.5. <u>Índice de Margalef</u>	52
4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE TIPOS FUNCIONALES.....	53
4.3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS TIPOS PRODUCTIVOS.....	55
4.4. RESULTADOS DISCUSIÓN DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS.....	57
4.4.1. <u>Efecto de los tipos funcionales vs. sistema de pastoreo</u>	57
4.4.2. <u>Efecto de tipos funcionales vs. relación ovino/ovino</u>	58
4.4.3. <u>Combinando sistema de pastoreo y relación ovino/bovino con tipos funcionales</u>	59
4.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO.....	63
4.5.1. <u>Análisis de componentes principales</u>	63
4.5.2. Análisis de conglomerados.....	66
4.6. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL – WALLIS.....	67
4.6.1. <u>Tipos productivos vs. sistema de pastoreo</u>	68
4.6.2. <u>Tipos productivos vs. relación ovino /bovino</u>	70
4.6.3. <u>Sistema de pastoreo – relación ovino/ovino vs. tipos productivos</u>	73
5. <u>CONCLUSIONES</u>	77

6. <u>RESUMEN</u>	78
7. <u>SUMMARY</u>	80
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	82

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Tasa de crecimiento diario (kg. MS. ha-1 d-1), porcentaje de distribución y acumulación anual de producción de forraje en cristalino profundo y superficial.....	8
2. Índice de Shannon – Wiener según tratamientos en las diferentes fechas de muestreo y promedio.	48
3. Índice de evenness según tratamientos en las diferentes fechas de muestreos y promedio.	49
4. Índice de dominancia de Simpson según tratamientos en las diferentes fechas de muestreos.	50
5. Inverso del índice de dominancia de Simpson (D^{-1}), según tratamientos en las diferentes fechas de muestreo.....	51
6. Índice de diversidad de Margalef según tratamientos en las diferentes fechas de muestreos.	52
7. Prueba de Kruskal-Wallis para los tipos funcionales versus sistemas de pastoreo.....	57
8. Prueba de Kruskal-Wallis para los tipos funcionales según relación ovino/bovino.	58
9. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo y relación ovino/bovino para el tipo funcional ciperáceas.	59
10. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo funcional gramíneas estivales.....	60
11. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo funcional no gramíneas.....	61
12. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo juncáceas.....	62
13. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo leguminosas.....	62
14. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo gramíneas invernales.....	63
15. Valores propios y proporción de la varianza calculada a partir de la matriz de correlaciones para datos estandarizados.	64

16. Autovectores y correlaciones de los componentes principales con las variables originales.....	64
17. Tipos funcionales (variables originales) y las correlaciones con los componentes principales.....	65
18. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos finos vs. sistema de pastoreo.....	68
19. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos tiernos según sistema de pastoreo.....	68
20. Resultados Kruskal-Wallis de tipos productivos ordinarios versus sistema de pastoreo.....	69
21. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos duros versus sistema de pastoreo.....	69
22. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos hierbas enanas vs. sistema de pastoreo.	69
23. Resultados de Kruskal-Wallis de relación ovino/bovino versus tipos productivos finos.....	70
24. Resultados de Kruskal-Wallis para relación ovino/bovino versus tipos productivos tiernos.	70
25. Resultados de Kruskal-Wallis de la relación ovino bovino sobre los tipos productivos ordinarios.	71
26. Resultados de Kruskal-Wallis con la relación ovino/bovino sobre tipos productivos duros.	72
27. Resultados de Kruskal-Wallis con la relación ovino/bovino sobre los tipos productivos hierbas enanas.....	72
28. Resultados de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, la relación ovino/bovino y los tipos productivos finos.....	73
29. Resultados de Kruskal-Wallis del efecto de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y los tipos productivos tiernos.....	73
30. Resultados de Kruskal - Wallis del efecto del sistema de pastoreo y relación ovino/bovinos sobre los tipos productivos ordinarios.	74
31. Resultados de Kruskal-Wallis del efecto de sistema de pastoreo y la relación ovino/bovino sobre los tipos productivos duros.....	74
32. Resultados de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo y la relación ovino/bovino sobre el tipo productivo hierbas enanas.	75

Figura No.

1. Contribución por tipos funcionales para los tratamientos 2:1 continuo y diferido (superior) y 5:1 continuo y diferido (inferior), realizado con las especies cuya presencia aportó el 75% del recubrimiento de la vegetación.	53
2. Contribución por tipos productivos para los tratamientos 2:1, continuo y diferido (superior) y 5:1, continuo y diferido (inferior), realizado por las especies cuya presencia aportó el 75% del recubrimiento de la vegetación.	55
3. Distribución de las variables originales y su correlación con componentes principales 1 y 2.	66
4. Diagrama Cluster.....	67

1. INTRODUCCIÓN

Las pasturas naturales del Uruguay corresponden a comunidades vegetales con predominio de poáceas (gramíneas) de bajo y mediano porte, dicotiledóneas integradas por asteráceas (compuestas), fabáceas (leguminosas) y otras especies entre las que se destacan los graminoides como las ciperáceas.

Este conjunto de especies integran un complejo ecosistema con macro, micro y meso organismos (algas, protozoarios, hongos, insectos, miriápodos, lombrices) pero cuya función aún no es del todo conocida.

Las comunidades vegetales de este ecosistema se encuentran bajo el continuo efecto de selección natural y adaptación sometida a un disturbio impuesto por el hombre a través de diferentes manejos: carga animal, relación ovino/bovino, tipo de pastoreo, divisiones, agregado de especies foráneas y nutrientes (fertilización).

En términos generales esta vegetación soporta una carga o presión de pastoreo de herbívoros, ovinos, bovinos y equinos más o menos en forma constante a través del año.

El campo natural es, asimismo, el componente mayoritario de la base forrajera de rodeos y majadas en los sistemas productivos ganaderos predominantes en la mayoría del país, integrando además una proporción variable de la base nutricional de los sistemas que practican una secuencia agrícola – ganadera o una agricultura forrajera más intensiva.

La gran mayoría de las estrategias de manejo que ponen en práctica los productores agropecuarios del país al momento de manejar los rodeos y/o majadas tienen una finalidad económica principalmente, sin tener muy claro cuáles van a ser las consecuencias sobre la estructura, dinamismo y por lo tanto persistencia de las pasturas naturales que se manejan.

Tal es así que entre 1980 y 1985 la lana alcanzó precios muy elevados, lo que estimuló la retención de categorías (sobre todo capones), llegando la población ovina a los 25 millones de cabezas. A raíz de esa situación, se comenzó a concentrar ovinos en potreros sólo para producir lana comenzando a circular una serie de teorías sobre el impacto positivo que este manejo tenía sobre las comunidades vegetales del campo natural, extendiéndolo a las demás actividades ganaderas. Los resultados económicos obtenidos no permitían precisar y cuantificar las derivaciones biológicas de este tipo de manejo, por lo que se instalaron dos ensayos similares, uno en la región basáltica (CIAAB, Estación Experimental de Glencoe 32° 00' 24", latitud Sur, 57° 08' 01" longitud W) y otro en la región de cristalino central (Centro de Investigación y

Experimentación del SUL, en adelante CIEDAG, 33°52'S, 55°34', en la localidad de Cerro Colorado, Florida).

Estos trabajos generaron dos publicaciones simultáneas, una para la región de basalto (Berretta et al., 1990) y otra para cristalino (Formoso y Gaggero, 1990), en las cuales se analizaron los efectos de las principales variables que afectan la producción animal y vegetal. Sin embargo, la información correspondiente a la vegetación de cristalino fue escasamente analizada, siendo necesario profundizar en los cambios registrados.

El objetivo del presente trabajo es el efecto de la relación ovinos y bovinos y el sistema de pastoreo en la composición y evolución florística de una pastura nativa y su agrupamiento en tipos funcionales, tipos productivos y tipos vegetativos en el experimento instalado en 1990 en el CIEDAG en la región de cristalino, sobre un grupo de suelos 5.02b.

Debido a la importancia del campo natural y a pesar de las limitaciones por estacionalidad, volumen y calidad de forraje, es relevante caracterizar las diferentes comunidades nativas y definir las estrategias de manejo que potencien su productividad de manera sostenible desde un punto de vista económico, social y ecológico.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL CAMPO NATURAL EN EL URUGUAY

2.1.1. Características generales e importancia

Las pasturas naturales tienen como característica su multifuncionalidad, constituyendo el recubrimiento protector contra la erosión de nuestros suelos, contribuyendo al mantenimiento de sus propiedades físicas, calidad y biomasa, mejorando el ciclo de nutrientes y energía, así como la calidad del agua y de manera relevante, la biodiversidad.

Asimismo, es el componente prioritario de la base forrajera de rodeos y majadas en los sistemas productivos ganaderos predominantes en la mayoría del país, integrando además una proporción variable de la base nutricional de los sistemas que practican una secuencia agrícola – ganadera o una agricultura forrajera más intensiva.

Las pasturas naturales han sido definidas como un tipo de cobertura vegetal formada por gramíneas y plantas herbáceas o sub-arbustivas, donde los árboles son raros (Berretta y Do Nascimento, 1991). Este bioma ha sido identificado con el término “campos” (Berretta et al., 2000), donde la heterogeneidad florística es una de las características que lo distinguen (Rossengurt et al. 1939, Formoso 2005).

Las pasturas naturales del Uruguay ocupan en promedio 64,3 % (MGAP. DIEA, 2011), del área total y oscilan entre 93,1% en Basalto y 54,1% en la región W. Éstas han soportado por muchos decenios, dotaciones excesivas y un manejo inadecuado, lo cual ha conducido a disponer hoy en día de pasturas muy resistentes al pisoteo y al diente, pero con una reducción importante de la fitomasa y cambios desfavorables en su composición botánica (Carámbula 1996, Ayala y Bermúdez 2005).

La organización de los principales herbívoros domésticos en sistemas de pastoreo (continuo, diferido, intermitente) no siempre coincide con la fisiología de las especies que componen las comunidades, afectándose su estructura y funcionalidad. Esta utilización inadecuada conduce a un proceso de selección que favorece la sobrevivencia y dominancia de las especies adaptadas a sobre o sub-pastoreo, pero no a la producción eficiente del forraje de calidad. De la misma forma el ambiente funciona como filtro, removiendo los individuos que no presentan determinada adaptación (Keddy, citado por Sosinskiy y De Patta, 2004). La presencia y abundancia de los individuos

pueden ser interpretadas como respuesta a la variación de estos factores (manejo y ambiente, Díaz et al., Pillar, citados por Sosinski y De Patta, 2004).

Es un recurso natural renovable pero que puede dejar de serlo con un uso irracional (Saldanha, 2005), pertenece a un patrimonio biológico, que debe ser explotado con técnicas de manejo elaboradas por quienes reciben sus beneficios y pretenden que los mismos se prolonguen hacia el futuro (Formoso, 1997).

Para poder manejarlas correctamente es imprescindible conocer sus características y limitantes (Saldanha, 2005). Una característica en común de las pasturas es su gran variabilidad en producción en cantidad y calidad. Esta variabilidad está determinada por los suelos, el clima y el manejo que se le realice.

La región y el Uruguay se caracterizan por una gran variabilidad climática (Olmos, 1992), siendo el campo natural dependiente del clima y del efecto año, con épocas de extrema sequía a excesos hídricos que excede a toda práctica de manejo que se le realice.

Estas condiciones tienen una incuestionable incidencia en la dinámica de las pasturas naturales (Hareau et al., 1999); mientras que el suelo condiciona la productividad de las especies (García Préchac y Durán, 2001). Estos factores delimitan grandes áreas de uso y manejo pastoril como el Basamento Cristalino, donde se identifican distintos sistemas de producción (Risso et al., 2002).

La funcionalidad de una pastura natural depende entonces de las condiciones del suelo y clima, con sus variaciones estacionales y anuales. Estos factores abióticos como el suelo y el clima definen el grupo de especies capaces de colonizar el área mediante la expansión de sus sistemas radiculares y desarrollo aéreo, dotadas de correspondientes estrategias de defensa contra factores climáticos adversos (hídricos y térmicos). Las especies en su mayoría son gramíneas estivales ordinarias muy adaptadas al pastoreo cuya cantidad y calidad de forraje es máxima en primavera, pero muy reducida en invierno, lo que causa un pronunciado desbalance productivo a nivel predial (García Préchac y Durán, 2001).

2.1.2. Funciones de las pasturas naturales

La principal función que cumplen las pasturas naturales en el ecosistema es la protección de la capa más superficial y activa del suelo, del efecto del pisoteo animal y de la erosión eólica. El aglomerado de las partículas de suelo con las raíces, impide la meteorización que produce la lluvia

reduciendo el escurrimiento y aumentando la infiltración. Esto evita la oscilación de temperaturas extremas de un suelo desnudo y las consecuencias que tendría sobre la vida vegetal y animal.

Como ya se mencionó, el campo natural es el sustento nutritivo casi exclusivo de una población de herbívoros (foráneos y autóctonos) que son la base de la riqueza nacional. Es un factor fundamental para el desarrollo y conservación de los suelos y por si fuera poco es el transformador de energía solar que optimiza las condiciones ambientales (suelo, clima) para lograr a bajo costo energía nutritiva e industrial de alto valor económico.

Estas pasturas hoy corren riesgos de perder esa capacidad de “reacción” asociado a manejos inadecuados por los que se pueden perder componentes biológicos que nunca podrán ser repuestos: especies forrajeras naturales importantes para transformar la energía gratuita en carne, lana o leche, y/o capas superiores del suelo responsable de su productividad.

2.1.3. Clima del Uruguay

El clima de Uruguay está definido por su ubicación geográfica en el continente, entre 30 y 35° de latitud Sur, su posición con relación al océano Atlántico, el relieve de su territorio y zonas circundantes y la circulación atmosférica regional. Del punto de vista térmico el clima se define como templado a subtropical, caracterizado adecuadamente por las temperaturas medias del año, del mes más cálido (enero) y del más frío julio (Durán, 1997).

En el extremo SW la temperatura media anual es de 16° C, la de enero de 22° C y la de julio de 11° C, mientras que en el extremo NW los valores son respectivamente 19, 27 y 14° C. La amplitud térmica anual es del orden de 13° C en la mayor parte del territorio.

No se registran nevadas en Uruguay, salvo eventos menores y extremadamente infrecuentes y localizados, pero existen heladas todos los años en los meses invernales. El período libre de heladas es de 210 días en el centro del país pero llega a 325 en la costa S y SE por la influencia marítima.

Como consecuencia, el régimen de temperatura de los suelos es térmico, con temperatura media anual igual o mayor a 15° C pero menor de 22° C con una diferencia entre las temperaturas medias del suelo de verano e invierno mayor de 6° C.

La precipitación media anual en Uruguay alcanza a 1100 mm, con una variación entre un mínimo de 900 mm en el S y un máximo de 1300 mm en el N. No existe una diferencia significativa y sistemática en la distribución mensual

de las lluvias a lo largo del año, registrándose en promedio 100 mm mensuales, aunque se observan mínimos de 60 - 70 mm en el S y máximos de 110 – 140 mm en el N.

La confiabilidad de la precipitación sin embargo es bastante reducida debido a su gran irregularidad, con valores anuales extremos tan bajos como 600 mm (1916) y tan elevados como 2060 mm (2002), lo que se refleja en la ocurrencia de sequías importantes alternadas con períodos de grandes excesos de lluvia, a veces concentrados en períodos breves.

El verano presenta normalmente deficiencias de agua porque la evapotranspiración estival es muy elevada 364 (mm) EVP (tanque A, Olmos, 1997) y porque la intensidad de las lluvias es mayor también en verano, lo que aumenta el escurrimiento y disminuye la infiltración. Este fenómeno está atenuado por el hecho de que en verano el suelo está más seco, lo que facilita la absorción de la lluvia (Durán, 1997).

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE BASAMENTO CRISTALINO

Entre las regiones ganaderas, el basamento cristalino es una de las más importantes, cubriendo en proporción variable diversas zonas de los departamentos Florida, Flores, Durazno, Colonia y Soriano, abarcando 15,5 % de la superficie del país.

La topografía es ondulada con predominancia de lomas irregulares de formas redondeadas y comprende suelos superficiales y profundos. Los suelos superficiales ocupan un 40% del área. Las pendientes de 5-9% o más concluyen en valles angostos.

La unidad San Gabriel – Guaycurú es la más importante con 1.140.000 hectáreas, con suelos superficiales y medios (litosoles y brunosoles), donde el suelo dominante es el Brunosol háplico, de color pardo-rojizo, ácido (pH = 5,6) y presenta de 10 a 40 cm de profundidad (horizonte A1 de 0 a 16 cm), con riesgos de erosión medios a altos, contenidos medios de materia orgánica (3,2 %), bajo nivel de calcio (9,5 meq./100g) y una capacidad de intercambio catiónico (CIC) de 20,8 meq./100 g de (Formoso y Colucci, 2008).

El drenaje es moderadamente bueno y presenta riesgo de erosión. En los sedimentos cuaternarios asociados, los suelos dominantes son brunosoles y vertisoles de 20 a 40 cm de espesor, de color negro, textura franco-arcillo-limosa, drenaje regular y fertilidad alta a muy alta.

Estos suelos se ubican en posiciones convexas y están cubiertos de un tapiz denso de espartillo (*Stipa charruana*, Formoso et al. 2001, Formoso 2005,

Formoso y Colucci 2008). Se utilizan frecuentemente con cultivos forrajeros o agrícolas, destinados básicamente a la producción lechera.

La fertilidad de los suelos sobre cristalino decrece de W a E y de S a N, sobre todo los niveles de fósforo (P), que oscilan entre trazas a 5 ppm.

Las precipitaciones varían entre 950 y 1000 mm anuales, las temperaturas medias son 24 °C en enero y 11,3 en julio, siendo el periodo libre de heladas 253 días. La capacidad de almacenaje de agua de los suelos es de 150 a 200 mm en los suelos profundos y entre 45 y 50 mm en los suelos superficiales.

2.2.1. Producción de las pasturas del basamento cristalino

Para hacer un uso racional de las pasturas y poder predecir cómo van a incidir determinadas prácticas de manejo, es necesario conocer sus características productivas, es decir tasas de crecimientos diarios ($\text{kg. MS. ha}^{-1} \text{d}^{-1}$), distribución estacional y producción anual acumulada.

Cuadro 1. Tasa de crecimiento diario (kg. MS. ha⁻¹ d⁻¹), porcentaje de distribución y acumulación anual de producción de forraje en cristalino profundo y superficial.

tipo de suelo	tasa de crecimiento	v.	i.	p.	o.	MS. total acumulada ha ⁻¹ año ⁻¹
superficial	Kg. MS. ha ⁻¹ d ⁻¹	9	5,4	5,4	5,5	2316
	% distribución	35,1	21,5	21,6	21,8	
Brunosol subéutrico	Kg. MS. ha ⁻¹ d ⁻¹	11,5	7,5	4	12,2	3202 (4630 - 2090)
	% distribución	32	22	11	35	
Brunosol éutrico	Kg. MS. ha ⁻¹ d ⁻¹	17,8	7,3	2,9	12,4	3665 (5670 - 1430)
	% distribución	44	18	7	31	

Fuente: Formoso (1993).

Como se puede observar la producción de forraje en cristalino es netamente primavero-estival, con un marcado descenso productivo invernal en los brunosoles lo que sugiere la predominancia de una flora con especies estivales.

Los suelos superficiales presentan un tapiz abierto de baja productividad, con importante área de suelo desnudo y alta proporción de hierbas invernales. Las especies más abundantes son estivales y las invernales perennes o anuales. La leguminosa más abundante en toda esta región es *Trifolium polimorphum*.

En suelos profundos es abundante la *Stipa charruana*, que aunque hace una buena contribución en el invierno, es difícilmente controlable por el pastoreo desde fines de octubre. La paja mansa (*Paspalum quadrifarium*) es frecuente en los lugares bajos de algunas zonas, excluyendo otro tipo de

especies y avanzando en las laderas (Formoso y Gallero, 1990). Su digestibilidad es muy baja (Formoso, 2005), aunque cuando es quemada los bovinos consumen sus rebrotes y las especies nativas colonizan rápidamente los intersticios entre las maciegas.

Formoso y Gallero (1990), registraron una marcada estacionalidad productiva en las pasturas nativas sobre suelos 5.02b y 5.4 de cristalino. Esta estacionalidad fue explicada en un 48% por las precipitaciones en suelos 5.02b, mientras que la temperatura explicó un 17% de las variaciones en la producción sobre suelos 5.4, también se determinó que en los suelos 5.02b y en la parte de lomadas de 5.4 la dotación y la temperatura mínima son los factores que más afectan el crecimiento, mientras que en la parte de pendiente de los suelos 5.4 lo sería la dotación y la relación ovino/bovino.

En otro experimento, Formoso y Pereira (2008), determinaron que la ppna (producción primaria neta anual) promedio fue de 4218 kg. de MS. ha⁻¹ año⁻¹ (1984-2001) para la vegetación nativa en suelos 5.02b., con un máximo de 6061 y un mínimo de 2314 kg. MS. ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente.

Si se agrupan estacionalmente las ppna, se observaría que el verano (diciembre a febrero) y el invierno (junio a agosto) son las estaciones de mayor variabilidad productiva. Sin embargo, la incidencia de este factor en las estrategias de manejo está relacionada con la cantidad de materia seca que puede producirse. Por lo tanto, en los sistemas de producción, la incidencia de la variabilidad invernal es escasa por el reducido potencial productivo de esta estación, mientras que para el verano ocurre lo contrario porque el 65-70% de la ppna se concentra entre esta estación y la primavera.

Sin embargo, Risso et al. (2002), determinaron la producción anual (promedio de 7 años) de forraje de campos representativos de estos suelos (índice CONEAT 88) fue de 3,1 ton. MS. ha⁻¹, con fuertes oscilaciones entre y dentro de años, con sólo el 11% producido en el invierno.

2.2.2. Composición florística de las pasturas

En su mayoría existe un predominio de especies con ciclo estival con máxima producción en primavera – verano – otoño en ese orden, reflejándose las máximas tasas de crecimiento en estas épocas del año de primavera a otoño, especialmente en aquellos suelos con buena capacidad de almacenamiento de agua. Estas especies en su mayoría tienen un ciclo de fotosíntesis C4 por lo cual su óptima temperatura e intensidad de luz son mayores (22-28 °C). Las especies invernales (ciclo C3) proveen de forraje en otoño, invierno y primavera y son menos eficientes; tienen menores óptimos de

temperatura (18-21 °C) pero producen forraje de mayor valor nutritivo durante esa época del año.

La vegetación predominante entonces, son en su mayoría gramíneas de ciclo estival (C4) como *Paspalum notatum*, *P. dilatatum*, *P. plicatulum*, *Axonopus sp.*, *Andropogon sp.* e invernales de los géneros (C3) *Stipa sp.*, *Piptochaetium sp.*, *Vulpia sp.*, *Hordeum sp.*, *Lolium sp.*, siendo éstas en general más apetecidas.

En los suelos de fertilidad media (materia orgánica 3%), la vegetación dominante está compuesta por gramíneas estivales (Formoso y Gallero, 1990), como *Andropogon ternatus*, *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum plicatulum*, *Coelorhachis selloana*, *Panicum milioides*, *Axonopus affinis*, *Eragrostis neesii*, *Paspalum notatum* y *Sporobolus platensis*, mientras que las gramíneas invernales son escasas *Piptochaetium montevidense*, *Piptochaetium stipoides*, *Calotheca brizoides* y las anuales *Gaudinia fragilis*, *Vulpia australis* y *Briza minor*. En ciertas condiciones de manejo y fertilidad del suelo, la abundancia de la gramínea invernal *Stipa charruana*, de fruto agresivo y punzante, puede tornarse un problema para el pastoreo, sobre todo para el ganado ovino (Formoso et al., 2001). En las zonas bajas y bordeando los cursos de agua, domina el paisaje una asociación de *Paspalum quadrifarium* y *Andropogon lateralis*, que incluso puede colonizar hasta la parte superior de las lomas (Formoso, 1993).

2.2.3. Calidad de la pastura

La calidad de las pasturas naturales está determinada por la digestibilidad y el contenido de proteína cruda, parámetros que son variables a través del año. Se estima una digestibilidad promedio de 55, 58, 62 y 50 % para otoño, invierno, primavera y verano respectivamente (Carámbula, 1996).

El porcentaje de proteína cruda en la materia seca no debería ser menor a 7% para no provocar carencias en los animales, especialmente para categorías jóvenes, en pleno crecimiento. La estación en que el contenido es más bajo es el verano, con promedios fluctuantes en el entorno de 8% (Carámbula, 1996). Por lo tanto, el contenido de proteína cruda en los campos naturales del Uruguay no parece actuar como un factor limitante de la producción (Rovira, 1996), cubriendo las necesidades de mantenimiento de bovinos y ovinos (Carámbula, 1996).

Esto determina ciertos parámetros de calidad del forraje que presentan niveles bajos a medios (digestibilidad "in vitro" de la materia orgánica = 51,2%, contenido de proteína cruda = 8,6% y nivel de fósforo = 0,13%) (Risso y Morón

1990, Berretta et al. 2000) donde en determinadas circunstancias (subpastoreo) predominan pastos duros (*Stipa sp.*, *Paspalum quadrifarium*) difíciles de manejar (Rosengurtt, 1979) y en otras ocasiones, la presencia de hierbas enanas indica una condición de deterioro de la vegetación, aun cuando puedan constituir un componente significativo de la dieta de ovinos (Risso y Morón, 1990).

Sin embargo, Formoso y Colucci (2008) en un trabajo realizado con el fin de identificar qué actividad productiva podría desarrollarse sin riesgos de carencias nutricionales en campo natural, relacionaron los requerimientos de determinadas categorías (ovinos y bovinos) con la producción primaria neta anual (ppna) y el valor nutritivo del campo natural (CN).

Los resultados mostraron que el CN como base forrajera no presentaría problemas para satisfacer los requerimientos de las categorías menos exigentes, como ovejas y vacas en mantenimiento. En categorías más exigentes como ovejas gestando, el CN no llegaría a cubrir las necesidades energéticas de las últimas cuatro semanas de gestación, aún durante la primavera, requiriéndose un forraje de mejor calidad nutritiva.

Saldanha (2005), en la presentación de los resultados de un experimento sobre basalto y cretácico con diferentes frecuencias de pastoreo demostró que la variación estacional en la proporción de proteína fue mínima, lo que relativizó el concepto de que la mejor calidad del forraje se da en invierno. La disminución en invierno de la proteína cruda (PC) se debió al aumento de restos secos causado por las heladas (el coeficiente de regresión de la fracción verde del disponible no difiere de los coeficientes de otoño y primavera). El menor descenso en verano se explica con las elevadas tasas de crecimiento estivales (alta proporción de tejido joven verde). Fue más importante el efecto del manejo del pastoreo, ya que el contenido de proteína disminuyó al aumentar el período de descanso. Esto no se debió a un incremento en la proporción de tejido senescente (la proporción de restos secos no varió en forma significativa con las frecuencias estudiadas) y si pudo deberse en parte al aumento en edad de las hojas. Esta disminución se acentuó luego de 60 días de descanso. Resultados similares reportan Ayala et al. (1993), para campos naturales de la región E.

2.3. SISTEMA DE PASTOREO

Uno de los criterios utilizados en la clasificación de los distintos manejos del pastoreo es el tiempo de permanencia de los animales sobre la pastura. En primera instancia se pueden establecer dos grandes sistemas: pastoreo continuo y pastoreo controlado o intermitente (Frame 1992, Smetham 1994).

2.3.1. Pastoreo continuo

El pastoreo continuo consiste en la permanencia de los animales sobre la pastura (campo natural, mejoramiento) durante largos períodos de tiempo que pueden extenderse desde una estación hasta un año. Implica una carga que puede ser fija, pero la frecuencia de defoliación varía para una misma planta, dada la capacidad de los animales de seleccionar las plantas más apetecibles en dicha situación (Smetham, 1994). Este autor señala que cuando el forraje es excedente y la carga animal demasiado baja, el animal puede seleccionar tanto que las especies palatables tienden a desaparecer y en su lugar aparecen hierbas enanas. A esto se le suma que los espacios subpastoreados se vuelven aún menos palatables. De esta forma se obtiene una producción total disminuida.

Frame (1992), afirma que esta técnica de pastoreo redundante en una pastura más estable, con menor compactación por los animales, menor invasión de malezas y mayor tolerancia a la sequía.

Sin embargo, Smetham (1994), sugiere que durante el invierno y primavera temprana este método tiende al sobrepastoreo, al contrario de lo que sucede en primavera tardía, verano temprano y otoño, en donde la tendencia es hacia el subpastoreo.

De acuerdo con Frame (1992), la principal desventaja del pastoreo continuo es la dificultad de definir correctas presiones de pastoreo. Esta afirmación se ve apoyada por Smetham (1994), quien indica que bajo este régimen no se tiene control sobre los intervalos entre defoliaciones, siendo éste totalmente dependiente de la dotación animal. Sin embargo, para Holechek et al. (1995), la principal desventaja de este método es la selectividad de los animales por áreas determinadas de pastoreo, lo cual está asociado a proximidad de agua y abrigo y zonas de mayor producción de forraje.

El punto óptimo para Robson et al. (1989) en cuanto a la utilización de la pastura bajo pastoreo continuo es el equilibrio entre la cantidad de forraje cosechado y el remanente fotosintéticamente activo.

La masa de forraje (pasturas de raigrás perenne y trébol blanco) recomendable durante un pastoreo continuo, según Thompson y Poppi (1994) es 1200-1600 kg ha⁻¹ de materia seca. Por otra parte, menos de 1000 kg ha⁻¹ de forraje no son recomendables (Smetham, 1994) ya que la tasa de crecimiento de la pastura se vería seriamente disminuida. Estos mismos autores argumentan que este método de pastoreo ayuda al crecimiento de estolones, dado que la luz llegaría más fácilmente a los horizontes inferiores, situación que no sucede bajo pastoreos intermitentes al trabajar con forrajes de mayor altura. Para Moojen y Maraschin (2002), en un experimento en una pastura nativa de Rio Grande do Sul, donde se evaluaron ganancias medias diarias por animal (GMD) y por ha, tasa de crecimiento de la pastura, producción de materia seca (MS) % de material muerto con diferentes presiones de pastoreo (PP, de 4, 8, 12 y 16 % PV). Observaron que a diferentes PP determinó diferentes cantidades de residuo de materia seca (MS) por área.

Con la reducción de PP. aumento MS residual/ha, distintos sustratos afectan la dinámica de la vegetación y el desempeño animal. Así en la faja de PP. entre 11,5 a 13,6 % PV se vieron las mayores tasas de crecimiento de la pastura y las mejores GMD/animal y por ha. La calidad del forraje fue reducida con el aumento de la cantidad de oferta de forraje.

Holmes (1989) sostiene que la principal ventaja del pastoreo continuo es la sencillez de aplicación y manejo. Suponiendo que la carga es la adecuada para un pastoreo continuo, las variaciones en digestibilidad de la dieta consumida con varias alturas del forraje, se espera que sean mínimas dado que el animal estaría consumiendo mayoritariamente hojas jóvenes (Hodgson, 1986).

Este método sería especialmente aplicable a situaciones en donde hacen falta altos consumos individuales, desempeños elevados y donde la producción forrajera excede la demanda (Sheath et al., 1987).

2.3.2. Pastoreo intermitente o controlado

El pastoreo intermitente o controlado se caracteriza por tener una determinada secuencia de pastoreo y descanso sobre distintas parcelas, siendo los tiempos de permanencia y de descanso definidos según los objetivos de producción. El ciclo de pastoreo queda definido por la suma del tiempo de ocupación y descanso (Garnock 1993, Smetham 1994).

Uno de los objetivos del pastoreo intermitente es permitirle a la pastura un tiempo de recuperación luego de cada defoliación para reconstruir área foliar fotosintéticamente activa, acumular reservas y mantener los órganos

subterráneos en forma vigorosa (Sheath et al. 1987, Frame 1992, Thompson y Poppi 1994).

Dentro del pastoreo intermitente se encuentran variantes, como rotativo (el más común), en franjas (más intensivo), alternado y cabeza y cola, entre otros.

Como desventajas de este método, pueden citarse la mayor demanda de decisiones a corto plazo, la mayor inversión en divisiones, aguadas, mano de obra e infraestructura en general.

Smetham (1994) destaca que sólo incluyendo especies de rápido crecimiento (que reaccionen favorablemente a pastoreos intensos) y de buena calidad (que compensen la baja capacidad de selección por parte de los animales) es posible el éxito de la implementación de este método de pastoreo. Garnock (1993) afirma que no es posible sustentar una alta dotación animal sin implementarse adecuados descansos en la pastura.

Una de las ventajas que destacan Cunningham (1983), Sheath et al. (1987), Frame (1992), es la mayor facilidad de la presupuestación forrajera, al verse claramente en las franjas nuevas y ya utilizadas, el crecimiento de cada una. Otra de las ventajas que estos autores presentan es la capacidad de combinar el pastoreo directo con técnicas de conservación de forraje. Smetham (1994) afirma que no sólo el rebrote es homogéneo, de alta calidad y palatabilidad, sino que además el enmalezamiento tiende a disminuir.

Según Vallentine (1990), Thompson y Poppi (1994), el pastoreo rotativo puede ser utilizado a su vez como una herramienta para aplicar sistemáticamente el diferimiento de forraje en pie.

De acuerdo con Morley (1974), otra ventaja radica en obligar al animal a consumir material poco palatable, al estar restringida su capacidad de selección (aumentando así la utilización del forraje).

Holechek et al. (1995), sostienen que el pastoreo rotativo se adapta mejor a aquellas situaciones de alta heterogeneidad vegetal y terrenos muy desparejos.

El forraje remanente de las parcelas bajo pastoreo intermitente debe estar entre 1900 a 2800 kg ha⁻¹ de MS (Smetham, 1994). Este autor recomienda que no se le obligue a los animales a consumir forraje que haya sido rechazado, ya que probablemente esté contaminado con heces y orina, de esta forma, se podría estar disminuyendo el desempeño animal. Finalmente sugiere que en estas situaciones se remplace animales con altos requerimientos por animales no tan exigentes.

Otro factor a considerar es la mayor concentración y mejor distribución de las heces en la parcela ocupada por los animales en pastoreo (Voisin, 1963).

Las plantas se benefician más del aporte conjunto de heces y orina (Hilder, 1974), siendo más factible esta coincidencia bajo régimen de pastoreo rotativo.

Mediante pastoreos rotativos se podría facilitar el control de ciertas enfermedades (por ejemplo, parasitosis gastrointestinales) planificando la duración de la rotación según el largo del ciclo de la enfermedad (Salles, 2002).

Por último, el pastoreo intermitente es recomendado por Thompson y Poppi (1994), en aquellas situaciones donde se necesita restringir el consumo o cuando hace falta un elevado consumo durante un corto tiempo (por ejemplo, durante un flushing o sobrealimentación).

2.3.3. Pastoreo continuo versus intermitente

Mc Meekan (1973) sostenía que el pastoreo rotativo en relación al continuo sería superior en términos de desempeño animal, debido al mayor control de la defoliación y rebrote, lo cual traería como consecuencia mayor producción de materia seca por hectárea. Sin embargo, otros resultados de investigaciones realizadas al respecto indican que no existe una base científica sólida para afirmar esto (Baker 1986, Robson et al. 1989, Hodgson 1990, Vallentine 1990, Frame 1992, Smetham 1994), la mayoría de las investigaciones no han demostrado un claro beneficio del pastoreo rotativo sobre el pastoreo continuo en promover sucesión secundaria o mejorar la composición comunitaria en pastizales.

Según Morley (1974), Holmes (1989), Camesasca et al. (2002), es más importante el ajuste de carga al sistema que el método de pastoreo seleccionado, pasando a segundo plano la elección a favor de una u otra técnica.

La calidad de forraje que se obtiene con el método intermitente es notoriamente superior con respecto al continuo debido a una alta carga animal instantánea por la cual disminuye la selección. Sin embargo, en términos de la calidad del forraje, la proteína cruda no difirió significativamente entre pastoreo continuo, rotativo con cambios de franja diarios o rotativo con cambios semanales (Smetham, 1994).

En condiciones de baja tasa de crecimiento, baja disponibilidad inicial de la pastura y carga animal elevada, se espera que el pastoreo rotativo tenga mejores resultados en términos de desempeño animal que un pastoreo continuo (Milligan et al. 1987, Cazzuli et al. 2004).

En un ensayo en campo natural, Carrera et al. (1996) encontraron que la calidad del forraje (medida como digestibilidad y proteína cruda) era

levemente superior en sistemas de pastoreo rotativos en comparación a los continuos. Por otra parte, la producción de lana individual de capones bajo pastoreo rotativo fue menor que bajo pastoreo continuo.

Camesasca et al. (2002) encontraron que la disponibilidad y la altura del forraje ofrecido en pastoreos rotativos superaron a las del continuo. Estas diferencias fueron aún mayores en pastoreos rotativos con cambios diarios de franja (27 días de descanso) que con cambios semanales (21 días de descanso), para corderos machos y hembras pastoreando una pradera de segundo año con trébol blanco, lotus común y raigrás, durante un período de evaluación de 121 días. En contraste, para los remanentes se encontró que los manejos rotativos presentaban los menores niveles de alturas de forraje, a pesar de no existir diferencias entre métodos en cuanto a composición botánica y valor nutritivo del forraje disponible y remanente.

Estos autores concluyeron que cambios diarios de franja no se justifican para ovinos, ya que no se obtuvieron ventajas productivas. Sin embargo, sostienen que un sistema de pastoreo con 21 días de descanso y ocupaciones semanales podría presentar ventajas en cuanto a más seguridad frente a condiciones climáticas adversas.

En ensayos realizados por Norbis et al. (2001), dotaciones de 17 y 21 corderos ha^{-1} resultaron superiores en términos de ganancias individuales en 9% y 5% respectivamente para pastoreo rotativo en comparación con el continuo. El pastoreo rotativo constaba de 4 subdivisiones de un mejoramiento con Lotus Maku, con cambios de franja cada 15 días, según la franja que se encontrara con mayor disponibilidad.

Sobre mejoramientos con trébol blanco y lotus común, se encontró que cargas de 12 corderos ha^{-1} permitían ganancias superiores en pastoreo continuo que en diferido, mientras que para 16 corderos ha^{-1} los resultados fueron opuestos, con 12 ha^{-1} seguramente los ovinos en pastoreo continuo podrían seleccionar la pastura a consumir por lo tanto obtuvieron mejores ganancias, y en 16 corderos ha^{-1} en rotativo al tener mayor carga no permitieron que se acumulen restos secos y la calidad de la pastura fue mejor por lo tanto vieron mejores resultados.

Ambos métodos deberían apuntar a obtener el índice de área foliar óptimo de cada pastura para poder así alcanzar un balance entre producción, cosecha y senescencia de los tejidos vegetales (Robson et al., 1989). Cada sistema de producción debe seleccionar el sistema de pastoreo que mejor se adapte a sus condiciones de producción.

2.4. EFECTO DE LA RELACIÓN OVINO BOVINO SOBRE LAS PASTURAS

Según Boggiano y Berretta (2006), las dotaciones afectan el número de especies, reduciéndolo cuando el consumo animal supera marcadamente el potencial productivo de los campos, o bien en ausencia de pastoreo o cuando este es muy aliviado por periodos.

Formoso y Pereira (2008) reportan los cambios ocurridos en la vegetación de un campo natural sobre un Brunosolsubéutrico típico. 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. En el período de marzo a septiembre. 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.

De la misma forma Formoso y Colucci (1999), durante la primavera 1995 estudiaron la calidad de dieta seleccionada por ovinos y bovinos pastoreando campo natural en dos sistemas de pastoreo (continuo y diferido) con diferentes disponibilidades, altura y calidad de forraje. En ovinos la digestibilidad de la materia orgánica in vitro fue de un 8% y 11% más alta en la dieta que en el forraje disponible en el continuo y diferido, respectivamente. Las diferencias correspondientes a la fracción de proteína fueron 26% y 34% más alta en la dieta que en el forraje disponible. Los bovinos no manifestaron capacidad de pastoreo selectivo en ninguno de los dos sistemas de pastoreo. Sin embargo, los ovinos mostraron una capacidad selectiva similar en ambos sistemas de pastoreo, logrando una dieta de mejor calidad que los bovinos.

2.5. CONCEPTOS BÁSICOS DE COMUNIDAD Y DIVERSIDAD

2.5.1. ¿Qué es una comunidad?

Una comunidad ecológica puede ser descrita como un ensamblaje de especies o poblaciones que ocurren en un mismo espacio y tiempo (Booth et al., 2003a). Las comunidades existen en alguna escala temporal o espacial.

Según Booth et al. (2003b), una comunidad es una colección de especies vegetales creciendo en un mismo lugar y que muestran una asociación definitiva o afinidad de unas con otras. Las comunidades vegetales tienen varias características con las cuales pueden ser descritas: estructura, forma de vida, patrón espacial, composición de especies, estado de sucesión, biomasa, procesos funcionales (flujo de energía y reciclaje de nutrientes).

En realidad, una comunidad es una obra humana: es un grupo de especies agrupadas por conveniencia que no necesariamente reflejan una realidad ecológica.

Los primeros estudios en comunidad ecológica describieron los patrones de asociación entre especies que fueron observados en la naturaleza. Luego, las comunidades ecológicas se orientaron a comprender los procesos sobresalientes responsables de los patrones observados. En la actualidad las comunidades ecológicas se concentran más en probar teorías que permitan explicar los cambios causados por fuerzas naturales y antropológicas. Existe una dicotomía entre los patrones observados descriptos y la comprensión de los procesos causantes de éstos.

El patrón es la estructura observada de la vegetación, por ejemplo, la zona de vegetación de una montaña, o la composición del tapiz de un campo con diferentes sistemas de pastoreo. Los procesos son los mecanismos que crean el patrón observado. Esto incluye la interacción entre especies, clima, disturbios y disponibilidad de nutrientes (Booth et al., 2003c).

Las comunidades se pueden expresar de diversas formas de las que se destacan tres: física, taxonómica y estadística (Morin, citado por Altesor et al., 2006). Definir comunidades basadas en fronteras físicas naturales es simple para el caso de comunidades en una laguna o acantilado, donde los límites son claros. Sin embargo, éstos son excepciones en los sistemas naturales. Las fronteras en las comunidades naturales son, normalmente, solapadas unas con otras.

Los sistemas manejados tienden a tener fronteras más claras, pero esto solo porque los límites son impuestos y mantenidos por la actividad humana.

Tales fronteras físicas son basadas generalmente, en la percepción de estructura de comunidad, además de cómo en realidad funciona. Así, se entiende como comunidad a una selva, un campo o un pantano sin saber cómo ellos funcionan (Booth et al., 2003a).

También, los campos de agricultura tienen movimientos de suelo, de plantas y animales a través de las fronteras impuestas del campo. Aunque se manejan como unidades discretas, deberían ser cambios continuos entre “campos” (superficies). Por lo tanto, se debería tomar decisiones razonables acerca de las fronteras de las comunidades, pero teniendo en cuenta que ellas no son entidades reales y que esas decisiones podrían afectar la interpretación de datos.

Una forma alternativa para delinear comunidades físicamente es describirlas basadas en las variables de clima.

2.5.2. Los componentes básicos de diversidad: riqueza e igualdad

La diversidad describe la amplia variedad de organismos encontrados en el mundo. Esto abarca modos de cuantificar cuantos grupos (p.ej. una especie) están en una comunidad dada y su abundancia relativa. Por lo general se considera diversidad en términos de especie, pero también se podría considerar otros tipos como genético o la diversidad de familias de plantas (Booth et al., 2003b).

La diversidad puede ser definida como una condición de la variedad o diferencia entre los miembros de una colección. Esa variedad, en una población, puede presentarse en la composición de especies, en estructura de edad, en el estadio de desarrollo, en composición genética y otros.

El término diversidad, cuando se trata de ecología, en general se refiere a la diversidad de especies y se expresa como el número de poblaciones presentes en un hábitat o incluso como número de especies en una comunidad y su abundancia relativa. El concepto de diversidad de especies está basado en la presuposición de que hay una interacción entre las especies y el medio, esas interacciones se pueden expresar a través del número de especies presentes y sus abundancias relativas (Márquez et al., 2002).

La diversidad puede ser cuantificada como primer componente, por el número de especies presentes comparando su abundancia relativa en un área o en una comunidad (la riqueza de especies). El segundo componente es la igualdad de especies, que compara la abundancia de cada especie en una comunidad, determinando si existen especies diferentes entre sí y/o si existen pocas especies comunes, o si la mayor parte de las especies son igualmente

comunes o iguales entre sí. Incluso es más informativo que la riqueza de especies, porque esto indica si una especie domina la comunidad o si la mayor parte de las especies están representadas por los números aproximadamente iguales de individuos (Booth et al., 2003b).

2.5.3. Diversidad de especies

Por diversidad de especies se entiende la variedad de especies existentes en una región. Esa diversidad puede medirse de muchas maneras y los científicos no se han puesto de acuerdo sobre cuál es el mejor método. El número de especies de una región -su "riqueza" en especies- es una medida que a menudo se utiliza, pero una medida más precisa, la "diversidad taxonómica" tiene en cuenta la estrecha relación existente entre unas especies y otra (Moreno 2001, Focht y Pillar 2003).

2.5.4. Formas de analizar diversidad

En ecología se pueden hacer estudios de diferentes formas. Los estudios pueden ser de tipo descriptivo, comparativo, observacional y experimental. Los estudios descriptivos son generalmente exploratorios y no tienen una hipótesis a priori. El objetivo de estos estudios es obtener información acerca de un fenómeno o sistema del cual previamente se tenía ninguna o muy poca información (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Los estudios comparativos se deben realizar en sistemas de los que se tiene cierta información y cuando se tiene una o varias hipótesis de antemano. El objetivo de este tipo de estudio es obtener la información necesaria para someter a prueba las hipótesis. Los estudios observacionales se basan en información obtenida del sistema en su estado original y en donde generalmente no se hace ninguna manipulación del sistema. Los estudios experimentales consisten en manipular o modificar, de manera particular, un determinado sistema o ambiente (tratamiento experimental). La información que interesa es, precisamente, la respuesta del sistema al tratamiento (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

Los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos de vegetación. Los índices de

biodiversidad son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

La diversidad de un ecosistema depende de dos factores, el número de especies presente y el equilibrio demográfico entre ellas. Entre dos ecosistemas hipotéticos formados por especies demográficamente idénticas (el mismo número de individuos de cada una, algo que nunca aparece en la realidad) se considera más diverso al que presentara un número de especies mayor. Por otra parte, entre dos ecosistemas que tienen el mismo número de especies, se considera más diverso al que presenta menos diferencias en el número de individuos de unas y otras especies.

Desde hace ya bastante tiempo la mayoría de los ecólogos han coincidido en que la diversidad de especies debe ser distinguida en al menos tres niveles (Smith y Smith, 2001):

- La diversidad local o diversidad (α)
- La diferenciación de la diversidad entre áreas o diversidad (β)
- La diversidad regional o diversidad gamma (γ).

La diversidad alfa, como ya se mencionó, es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que se considera homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta. La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades alfa (Moreno, 2001).

2.5.5. Índices para medir la diversidad alfa

Existen varios índices para medir la diversidad alfa, cada uno ligado al tipo de información que se desea analizar, es decir, que algunas de las variables, tienen maneras diferentes de analizarse.

Si las dos variables respuesta que se están analizando son número de especies (riqueza específica) y datos estructurales (por ejemplo, abundancias), cada uno de ellos se podrá analizar diferencialmente para obtener más información complementaria. Existen varios métodos para cuantificar la diversidad a nivel local o alfa (por ejemplo: índice de Margalef, índice de Shannon-Wiener, índice de Simpson, Moreno, 2001).

2.5.5.1. Índices de diversidad

Índice de Margalef

La riqueza de especies proporciona una medida de la diversidad extremadamente útil. En general, no solamente una lista de especies es suficiente para caracterizar la diversidad, haciéndose necesaria la distinción entre riqueza numérica de especies, la que se define como el número de especies por número de individuos especificados o biomasa y densidad de especies, que es el número de especies por área de muestreo. Para esto se pueden utilizar ciertos índices, usando algunas combinaciones como el número de especies y el número total de individuos sumando todos los de las especies (Margalef, citado por Moreno, 2001).

La medición de la riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad ya que solo se basa en el número de especies presentes. El índice de Margalef transforma el número de especies por muestra a una proporción en la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra (Magurran, 1988).

El índice de Margalef es una medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad en base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada, esenciales para medir el número de especies en una unidad de muestra (Margalef, citado por Moreno, 2001). El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef donde valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionado con zonas de baja diversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

Índice de Simpson

Los índices de dominancia se basan en parámetros inversos a los conceptos de equidad puesto que toman en cuenta la dominancia de las especies con mayor representatividad, para lo cual el índice más común para utilizar es el índice de Simpson. El índice de dominancia de Simpson (también conocido como el índice de la diversidad de las especies o índice de dominancia) es uno de los parámetros que permite medir la riqueza de organismos. En ecología, es también usado para cuantificar la biodiversidad de un hábitat considerando un determinado número de especies presentes en el hábitat y su abundancia relativa (Moreno, 2001).

A medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. El índice de dominancia de Simpson, cuya

fórmula es $D=p^2$ y varía entre cero y uno, aumenta la dominancia de especies de por sí abundantes al elevarlas al cuadrado. Por lo tanto, al estimar de esta manera la dominancia, la diversidad se reduce (Moreno, 2001).

El índice de Simpson precisa el valor de π , Siendo $\pi = n_i / N$, donde n_i es el número de individuos de la especie "i" y N es la abundancia total de las especies. Con otras palabras, π es la abundancia proporcional de la especie "i". Si bien este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, nos proporciona también una idea de homogeneidad general partiendo de la base de que un sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa (Sosinski y De Patta, 2004).

Índice de Shannon-Wiener

El índice de Shannon Wiener se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies, abundancia (Magurran 1988, Moreno 2001).

Estas medidas parten del supuesto de que una comunidad es análoga a un sistema en el cual existe un número finito de individuos, los cuales pueden ocupar un número -también finito- de categorías de especies (Magurran 1988, Moreno 2001).

Este índice se representa normalmente como "H" y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio (Moreno, 2001).

La fórmula que estima el índice es la siguiente:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

donde p_i : es número de individuos por especies con respecto al total.

ln: base de los logaritmos.

S: número de especies.

Distintos autores citados por Bouza y Covarrubias (2005), coinciden en señalar que el índice de diversidad está formado por dos componentes: el

número de especies o riqueza de especie y la abundancia equilibrio de especie. El índice de Shannon es uno de los indicadores más utilizados, justamente por combinar la riqueza y la uniformidad en un único valor, pero puede presentar desvíos.

Esto es especialmente notable cuando se monitorea la diversidad en una comunidad o población. En estos casos es posible que ocurran problemas principales: cualquier cambio en uno de los componentes puede ser contrabalanceado por el otro; de esta manera, el índice tiende a permanecer constante, pero en realidad, ambos parámetros pueden haber sido alterados, o bien el índice puede enseñar una tendencia de decrecimiento, mientras la riqueza aumenta.

Equidad

La equidad (E) representa que tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman y Unger, 2003). En otras palabras, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Puede demostrarse que cuando $\pi = 1/S$ para toda π , se alcanza la uniformidad máxima, siendo π la proporción del número de individuos de la especie i con respecto al total (n_i/N_t) para lo cual generalmente el índice de equidad más apropiado es el índice de Shannon (Franco et al., 1989).

2.6. EFECTO DEL PASTOREO SOBRE LAS PASTURAS NATURALES

En el manejo del campo natural se considera al animal en pastoreo como parte del ambiente de las plantas y a éstas como parte del ambiente del animal. La carga, es el factor principal en determinar los cambios en la composición botánica de los campos (Berreta, 2003).

Busqué y Herrero (1995) sostienen que el manejo adecuado de las plantas en una explotación ganadera es uno de los componentes principales para mantener la rentabilidad en el largo plazo, dado que el crecimiento y persistencia de una especie forrajera depende de las condiciones de manejo, que serán más o menos elásticas según las interacciones entre las características morfo-genéticas de las plantas y el medio ambiente.

Para Márquez et al. (2002), el pastoreo es una perturbación fundamental en la regulación de la estructura y el funcionamiento de las

comunidades de pasturas naturales. En los pastizales sub húmedos templados de América del Sur, promueve cambios en la riqueza, diversidad y dominancia de las especies.

2.6.1. Efecto del pastoreo sobre la estructura y diversidad florística de la comunidad vegetal

El uso de las praderas naturales o su reemplazo por cultivos o bosques implantados modifican profundamente distintos aspectos de la estructura y funcionamiento de los campos naturales (Domínguez y Prieto, 2002). Conocer cómo están compuestas y cómo se distribuyen en el espacio las unidades de vegetación es un pre-requisito esencial en el diseño de estrategias de manejo del campo natural (Altesor et al., 2005).

El pastoreo representa un factor clave en relación a la estructura y al funcionamiento de las comunidades de pastura natural, modificando su composición florística y diversidad, su productividad primaria neta aérea y sus características potenciales de regeneración, tanto vegetativa como a partir del banco de semillas (Márquez et al., 2002).

Para Nai-Bregaglio et al. (2002) los aspectos estructurales corresponden a la cobertura total, la composición específica o los tipos funcionales de plantas, su abundancia relativa y la distribución vertical o estratificación de la biomasa. La influencia de los grandes herbívoros sobre la estructura de la vegetación en pasturas naturales es compleja, ya que no sólo remueven una gran proporción de la biomasa aérea, sino que también producen efectos directos e indirectos sobre la dispersión, el establecimiento, el crecimiento y la reproducción de las plantas.

Entre los efectos más comunes que produce el pastoreo sobre la estructura de pasturas naturales, están los cambios en la diversidad florística (Pucheta et al., 1998) y en la diversidad estructural de la comunidad (Nai-Bregaglio et al., 2002).

Si bien la diversidad estructural de una comunidad hace referencia no sólo a la organización de su biomasa en el espacio en un sitio, también se refiere a la presencia y abundancia de determinadas especies (Magurran, 1988).

Según Nai-Bregaglio et al. (2002) la diversidad estructural se define como la disposición de la biomasa en el espacio horizontal y vertical.

El pastoreo por ungulados nativos es considerado como el principal responsable de mantener una alta diversidad de especies en pasturas

naturales, debido al consumo que ejercen sobre las especies dominantes de la comunidad (Milchunas et al. 1988, Nai-Bregaglio et al. 2002).

Además, según Olf y Ritchie, citados por Nai-Bregaglio et al. (2002), la presencia o incorporación de herbívoros ha comenzado a significar un importante componente en planes de manejo para la mantención y restauración de la diversidad.

Sin embargo, según Nai-Bregaglio et al. (2002) la diversidad de especies no siempre es incrementada por el pastoreo y depende, entre otras cosas, del tipo de herbívoros y de la intensidad de la herbivoría (Milchunas y Lauenroth, 1993), de la escala espacial o temporal considerada o de las condiciones del suelo y el clima (Milchunas et al. 1988, Nai-Bregaglio et al. 2002).

El pastoreo entonces es considerado una perturbación, como sucede en algunas pasturas naturales de Argentina (Sala et al., 1986), Australia y de Uruguay (Rosengurtt et al. 1939, Domínguez y Prieto 2002).

Sin embargo, en otras pasturas naturales el pastoreo es considerado un componente incorporado al ecosistema (Milchunas et al. 1988, Nai-Bregaglio et al. 2002).

En efecto, las respuestas estructurales y funcionales de las pasturas naturales frente a la herbivoría pueden ser muy diferentes y a veces opuestas, debido a diferencias en su historia de pastoreo (Nai-Bregaglio et al., 2002).

Pucheta y Cabido (1992) encontraron que en una pastura natural de las sierras de Córdoba, Argentina, el pastoreo no produjo cambios florísticos importantes, aunque sí un incremento en la diversidad de especies debido a una disminución de la dominancia de algunas de ellas. Resultados similares frente al pastoreo moderado a intenso por ganado doméstico se han observado en áreas próximas a la de estudio (Pucheta y Cabido 1992, Nai-Bregaglio et al. 2002). Por otra parte, en pasturas naturales de la Pampa Argentina (Sala et al., 1986) y de otros lugares del mundo (Milchunas et al., 1988), se ha observado que el pastoreo produce importantes cambios florísticos a través de un enriquecimiento de especies exóticas. En los pastizales estudiados, sólo se han observado algunas especies exóticas cosmopolitas a intensidades moderadas a altas de pastoreo (Pucheta et al., 1998), aunque en pastizales similares y próximos al área de estudio. Nai-Bregaglio et al. (2002) registraron un gran número de especies exóticas luego de una perturbación mucho más severa que el pastoreo, como lo es el arado.

Altesor et al. (2004), registraron en un área clausurada al pastoreo, un aumento en la cobertura de arbustos, la disminución de la cobertura de gramíneas y hierbas, la acumulación de broza y material senescente, un mayor

porcentaje de suelo descubierto y una distribución vertical diferente de la vegetación en relación a un área similar pero abierta al pastoreo.

En las clausuras la biomasa vegetal se distribuyó en tres estratos y fue mayor en el segundo mientras que en el pastoreo se distribuyó en dos estratos y se acumuló en el primero. La riqueza de especies fue significativamente mayor en las parcelas pastoreadas (Nai-Bregaglio et al. 2002, Altesor et al. 2004).

En pasturas naturales con corta historia de pastoreo, como las pasturas naturales pampeanas de Argentina o las pasturas naturales templadas de Australia, el pastoreo produce una disminución de la diversidad a cargas moderadas y extinciones locales de algunas especies nativas. Además, con cargas moderadas a intensas puede favorecer la invasión de especies exóticas. En cambio, pasturas naturales con larga historia de pastoreo, la diversidad es máxima en presencia de los herbívoros y en general, no se observa la invasión de especies exóticas ni la pérdida de especies nativas aún a una alta carga ganadera (Márquez et al., 2002).

Según Altesor et al. (2005), dentro de la región de las praderas del Río de la Plata existen estudios que muestran distintas respuestas a los efectos del pastoreo, evidenciando que no existe un único patrón, y encontró que la diversidad de pasturas naturales se hacía máxima en intensidades medias decreciendo a menores y mayores intensidades de pastoreo.

Así, por ejemplo, si bien tanto en la Pampa Inundable como en los campos de Uruguay el pastoreo promueve un aumento de la riqueza de especies de plantas, en el primer caso este aumento se explica por un incremento de hierbas exóticas, con crecimiento invernal, mientras que en los campos de Uruguay aumentan las gramíneas con crecimiento postrado y las hierbas nativas no palatables (Sala et al. 1986, Altesor et al. 1998, Rodríguez et al. 2003).

Según Altesor et al. (2005), en un seguimiento de nueve años, a partir de la clausura al pastoreo en cinco parcelas, se observó que los cambios más importantes en composición de especies ocurrieron en el grupo de gramíneas, ciperáceas y juncáceas.

De acuerdo a su comportamiento sucesional las gramíneas se clasificaron en tres grupos modificado de (Rodríguez et al., 2003):

1. Gramíneas decrecientes: este grupo estuvo formado por especies de crecimiento postrado como *Paspalum notatum* y *Axonopus affinis*, y erecto como *Bothriochloa laguroides* y *Sporobolus platensis*. En promedio este conjunto de especies representaba más del 30% de la frecuencia de especies en las

parcelas pastoreadas, y desapareció completamente después de tres años de clausura.

2. Gramíneas sucesionalmente intermedias: reemplazan a las anteriores, e incluyen especies como *Paspalum plicatulum*, *Chascolytrum subaristatum*, *Panicum milioides*, *Tridens brasiliensis* y *Danthonia cirrata*. Este grupo de especies aumentó su frecuencia en los primeros años de exclusión y posteriormente disminuyó dando paso a las gramíneas crecientes.

3. Gramíneas crecientes en ausencia de pastoreo: este grupo comprendió a especies como *Coelorhachis selloana*, *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides*, *Bromus auleticus*, *Melica rigida* y *Piptochaetium bicolor*, todas ellas de hábito erecto y en su mayoría de crecimiento invernal.

Estas especies en un período de tres a cuatro años se volvieron las especies dominantes en todas las parcelas analizadas.

Es claro entonces que el ganado provoca además cambios estructurales en la vegetación, ya que, bajo condiciones de pastoreo, el tapiz es bajo, ralo y con escaso mantillo superficial, lo cual puede facilitar la entrada de las semillas al banco. Por el contrario, en la clausura al pastoreo el tapiz es alto y existe una densa capa de mantillo superficial. La presencia del mantillo altera la luz incidente, la temperatura y dinámica del agua y nutrientes del suelo (Haretche y Rodríguez, 2005).

Estos efectos pueden producir cambios importantes en la estructura de la comunidad, en particular su composición, riqueza y diversidad (Haretche y Rodríguez, 2005).

Altesor et al. (2002) analizando la composición florística y los tipos funcionales en las seis parcelas pareadas clausura-pastoreo en el departamento de San José, registraron un aumento en la cobertura de arbustos y una disminución de las gramíneas estivales y de las hierbas bajo condiciones de clausura al ganado. Las especies exóticas fueron muy escasas tanto en clausura como en pastoreo representando el 4% y el 3,8% respectivamente.

Márquez et al. (2002) estudiaron el efecto del pastoreo sobre el banco de semillas y la vegetación establecida en pastizales naturales de montaña, en Pampa de Achala, Córdoba, Argentina; en cinco réplicas de sitios pastoreados a carga moderada-intensa y otros cinco de sitios excluidos al pastoreo por diez años. Se registró la frecuencia de las especies presentes en la vegetación establecida. El pastoreo no produjo cambios significativos en el número de especies, pero sí produjo un incremento en la diversidad debido a una disminución de la frecuencia de algunos pastos perennes. La riqueza de especies y la diversidad florística alcanzaron valores máximos en sitios pastoreados. Además, el pastoreo produjo una disminución significativa de la

diversidad de estratos verticales y de la varianza en el espacio horizontal del índice de diversidad florística, pero no produjo cambios significativos en la varianza en el espacio horizontal del índice de diversidad de estratos verticales.

Si bien el pastoreo promueve la formación de céspedes de alta diversidad florística, produce, además, una simplificación de la estructura comunitaria, tanto en sentido vertical como horizontal, afectando probablemente a otros niveles tróficos del ecosistema.

La defoliación es la actividad que ejerce mayor poder modificador actuando a través de la frecuencia, intensidad y distribución espacial y temporal en relación al estado fenológico de las plantas (Watkin y Clements, 1978). Este impacto en la diversidad y estructura vegetal incide directamente en el resto de la biodiversidad nativa del ecosistema natural de praderas.

2.6.2. Efecto del pastoreo sobre la composición botánica y funcionamiento en las pasturas

Las especies vegetales conviven en competencia por los mismos recursos energéticos: luz, agua, y nutrientes hasta alcanzar un equilibrio clímax, junto con otros factores bióticos no menos importantes (la fauna autóctona), constituida por macro-organismos (herbívoros y carnívoros) y micro y meso organismos (invertebrados) que constituyen una parte fundamental en ecosistemas pastoriles ya que intervienen en procesos de degradación de la materia orgánica, nitrificación y absorción de nutrientes.

Este estado de equilibrio fue bruscamente alterado desde hace tres siglos con la introducción de la ganadería al Río de la Plata, aumentando progresivamente la presión de pastoreo original constituida por menores herbívoros de baja capacidad de consumo.

La presencia de rumiantes determinó un nuevo equilibrio de la vegetación o disclímax, como consecuencia del pastoreo adicional, incrementando el consumo de biomasa y los efectos asociados a la defoliación: tipo de bocado, selectividad, pisoteo y excretas (Millot et al., 1987). Bajo estas condiciones cambia la capacidad de sobrevivencia y competición de las especies presentes, pasando a prosperar las especies favorecidas por el pastoreo que pasan a ocupar los nichos o lugares de la pastura dejados por aquellas especies que no lo toleran.

En los campos uruguayos, el pastoreo promueve la dominancia de las gramíneas estivales pastoreadas y hierbas nativas de baja calidad forrajera (Altesor et al. 1998, Rodríguez et al. 2003, Haretche y Rodríguez 2005).

Al aplicar conocimientos básicos sobre fisiología de pasturas se puede predecir la diferente capacidad de respuesta que tienen las especies vegetales cuando sus individuos son comidas 20 ó 30 veces en el año, o algunos dos o tres veces al año o quizás cuando nunca son pastoreadas (Millot et al., 1987).

Las respuestas a la defoliación no son siempre iguales porque dependerán de la intensidad, frecuencia y presión de pastoreo así también del tipo de animal que lo esté realizando, bovino, ovino o ambos (Millot et al., 1987), lo que afectará la capacidad de rebrote, potencial de producción y persistencia de las pasturas naturales. Estas presiones comprometen la diversidad genética, siendo esta reacción a la intensidad de uso similar en las comunidades independientemente de su localización. Esto se refleja por cambios en la composición botánica con el incremento de la proporción de especies anuales, rastreras y mayor porcentaje de suelo desnudo al incrementarse la presión de pastoreo (Olmos, 1992).

Además de la composición botánica, el cambio en las comunidades puede determinarse a través de la proporción de las diferentes formas de vida, fundamentalmente especies de hábitos de crecimiento erecto y crecimiento rastrero. Cuando se incrementa la carga animal predominan las especies rastreras como *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, *Paspalum alnum*, en cambio al disminuir la carga animal predominan especies como *Andropogon lateralis*, *Schizachyrium paniculatum*, *Coelorachis selloana* (Berretta et al. 1990, Olmos 1992).

Otro aspecto que se modifica en las comunidades es su forma de respuesta al impacto de la utilización, Berretta (1988b) detectó cambios en la estructura y morfología de las plantas, presentando hojas más pequeñas, plantas enanas, ecotipos más postrados de la misma especie, así como cambios en la distribución vertical del forraje.

La forma de respuesta también es un reflejo de la interacción del impacto de su uso con la fenología reproductiva de cada especie (Hodkinson y Mott, 1987) afectando por lo tanto su tasa de renovación en la comunidad.

Estos mecanismos estarían relacionados también a aspectos fisiológicos de las plantas considerando producción y reserva de carbohidratos, velocidad de recuperación del área foliar, el sistema radicular y las relaciones entre diferentes especies de la comunidad (Sosinski y De Patta, 2004).

De acuerdo al grado de severidad del pastoreo, pueden pasar a ser prevalentes aquellas especies que han desarrollado estrategias o mecanismos para defenderse del mismo, tales como: espinas, toxicidad, poca palatabilidad, estacionalidad, hábitos de tolerancia al sobre pastoreo y a cambios climáticos que el mismo provoca (Millot et al., 1987).

Diferentes combinaciones de atributos morfológicos afectan la elección de estas plantas por los animales, influyendo en la probabilidad de ser pastoreadas. Así se alteran las abundancias relativas y los estadios fenológicos (Boggiano, 1995). En las plantas, el daño puede ser evitado por medio de estrategias de control y de tolerancia. La primera es alcanzada por mecanismos de defensa y escape, como atributos relacionados a la arquitectura, compuestos bioquímicos o asociaciones de plantas. Tales mecanismos reducen la palatabilidad y la probabilidad de acceso de los animales a los tejidos de la planta. Relacionados con la defensa, se encuentran los atributos que restringen la acción del animal sobre la planta como taninos, alcoholes u óleos secundarios o incluso atributos anatómicos y estructurales como pilosidad, espinas, ceras, esclerófila o alto contenido de sílice.

Por su parte, la asociación entre especies permite protección a especies con menor expresión de los mecanismos de defensa al crecer próximas a especies de gran expresión de estos mecanismos. Por estrategias de tolerancia se tienen la capacidad de rebrote de las plantas luego del daño (Pucheta y Cabido 1992, Sosinski y De Patta 2004).

Varios estudios han demostrado que formas pastoreadas, meristemos protegidos, hojas pequeñas y alto potencial de rebrote aumentan en pastoreos intensos, observándose lo opuesto con pastoreos leves (Pucheta y Cabido, 1992).

Según Coughenour et al. (1985), las gramíneas son adaptadas al pastoreo como resultado de un proceso evolutivo, siendo que la posición de los meristemos basales, a pequeña altura, a grandes densidades de macollos, a alta tasa de reposición de hojas, la presencia de órganos de reservas subterráneos de rápido crecimiento les permiten evitar o tolerar tanto las condiciones de aridez como de pastoreo.

La naturaleza selectiva del pastoreo en combinación con altas dotaciones puede causar cambios en el largo plazo sobre la composición botánica de las pasturas (Sosinski y De Patta, 2004).

Entre las gramíneas nativas y/o introducidas, existen especies adaptadas a la intensidad y frecuencia de defoliación tales como *Paspalum notatum*, *P. distichum*, *P. nicorae*, *Axonopus affinis*, *Pennisetum clandestinum*, *Bouteloua magapotamica*, *Cynodon dactylon* y *Eleusine tristachya*. Con frecuencia estas especies pueden estar acompañadas de un mayor o menor número de hierbas enanas (compuestas, ciperáceas, juncáceas) y áreas desnudas, según la degradación del tapiz (Milot et al., 1987). En otras situaciones pueden ocupar tapices densos que pueden estar asociados o no a gramíneas invernales (anuales o perennes). Esa tolerancia al sobre pastoreo la

obtienen mediante un porte rastrero que hace inaccesible a la acción del diente gran parte de su estructura foliar.

Los hábitos prevalentes en este grupo de gramíneas son postrados (rizomatosos, paquirrizos o estoloníferos) lo que les permite colonizar y hacer una ocupación permanente del tapiz. Por ser prevalentes en este grupo, la fijación fotosintética C₄ presenta prolongados períodos de reposo invernal evitando así el estrés de las bajas temperaturas, por lo que realizan su mayor contribución vegetativa durante la primavera y otoño. Sin embargo, tienen una marcada tolerancia a sobrevivir prolongados períodos de seca estival, deteniendo su crecimiento hasta el restablecimiento del balance hídrico. La ocupación espacial exclusiva de gramíneas C₄ le confiere una gran estabilidad de tapices estivales de pastos cortos que no satisfacen la creciente demanda productiva.

En suelos y pasturas con mayor potencial productivo estacional, el manejo del pastoreo continuo en grandes potreros con baja carga, con frecuencia impone al tapiz una doble estructura (Millot et al., 1987). Por un lado el estrato bajo sobre pastoreado con las especies rastreras que se adaptan al diente (*Paspalum notatum*, *P. distichum*, *P. nicorae*, *Axonopus affinis*, *Bouteloua megapotamica*, *Cynodon dactylon*, *Eleusine tristachya*) y asociado a él en forma de mosaico, un estrato alto poco productivo, constituido por grandes maciegas o matas de pastos endurecidos no apetecidos casi todos de ciclo estival (*Andropogon lateralis*, *Elyonurus sp.*, *Erianthus trinii*, *Sorghastrum pellitum*, *Sporobolus indicus*, *Paspalum quadrifarium*). Dentro de los mismos estratos suelen coexistir muy buenos pastos invernales y estivales (*Bromus auleticus*, *Poa lanígera*, *Paspalum dilatatum*, *Setaria sp.*), apetecibles pero no accesibles al pastoreo por estar protegidos por las estructuras espinosas. Estos campos conservan así el banco de semillas de especies capaces de responder favorablemente a un cambio en el manejo que elimine la doble estructura.

El equilibrio que guardan las especies que integran un tapiz no es estable sino dinámico. Cuando se modifican factores de manejo del pastoreo, asociados al sentido de presión de selección, puede invertir la tendencia evolutiva anterior, rompiéndose la estabilidad del disclimax previo. Por ejemplo, si en un manejo continuo no se realizan períodos de reposo entre pastoreos, se favorecen las especies postradas cuyos rebrotes no dependen de las sustancias de reservas sino de área foliar remanente y no tienen esa condición de competencia por luz (*P. notatum*, *Axonopus spp.*)

Periodos de alivio en el mismo tapiz van a favorecer las especies de hábitos más erectos, que en el periodo proyecten sombra sobre las anteriores (*Paspalum dilatatum*, *Stipa setigera*).

La posibilidad de cambios en la composición y productividad del tapiz, así como la velocidad de reacción de esos tapices con cambios en el manejo del pastoreo, dependen de factores como:

- 1) limitantes edáficos o climáticos para la vegetación
- 2) fertilidad del suelo
- 3) estado actual de degradación
- 4) frecuencia de especies deseables
- 5) banco de semilla

Estos dos últimos factores representan la memoria genética o germoplasma del ecosistema que debe conservar la suficiente diversidad genética para hacer reversible la situación de manejo inadecuado, para optimizar la utilización del recurso natural a bajo costo (Milot et al., 1987).

2.6.3. Efecto del pastoreo sobre el banco de semillas

Según Haretche y Rodríguez (2005), el banco de semillas constituye la “memoria” de las condiciones ambientales existentes en el pasado, así como las más recientes. Por lo tanto, el conocimiento de los reservorios de semillas en el suelo, constituye una herramienta básica para el manejo y restauración de los campos naturales (Márquez et al., 2002). Sin embargo, debido a que su medición es laboriosa, es común el desconocer con exactitud la disponibilidad de semillas en el suelo (Haretche y Rodríguez, 2005).

Diferentes aspectos del banco de semillas como su densidad y composición su persistencia en el suelo y su similitud florística con la vegetación establecida permiten comprender mejor la dinámica de la comunidad de plantas y su respuesta frente a las perturbaciones (Márquez et al., 2002).

Por otra parte, el pastoreo, a través de su influencia sobre la supervivencia de las plantas y sobre la producción de semillas puede afectar la densidad y composición de los bancos de modificar la persistencia de las semillas en el banco y producir cambios relativos entre la abundancia de las especies de la vegetación establecida y del banco de semillas (Márquez et al., 2002).

Los resultados documentados hasta el momento en relación al efecto del pastoreo sobre la formación de bancos de semillas en diferentes pasturas naturales del mundo son contradictorios, por lo que no se puede establecer aún un único patrón. Por ejemplo, tanto en pasturas templado-frías de Europa, en

pastizales mediterráneos de montaña, encontraron que el pastoreo no produce cambios en la riqueza de especies en el banco (Pucheta y Cabido, 1992).

Sin embargo, Márquez et al. (2002) en pasturas similares a los mencionados más arriba, sugieren que el pastoreo produce un enriquecimiento de especies en el banco de semillas. Por otro lado, se ha sugerido que el pastoreo disminuye la densidad de semillas en el suelo aunque no observaron efectos del pastoreo sobre la densidad de semillas en el suelo.

Las pasturas naturales de altura de las sierras de Córdoba han estado sujetas al pastoreo por animales domésticos desde la ocupación española hace más de 300 años (Márquez et al., 2002), y soportan actualmente un régimen de ganadería extensiva, con cargas moderadas a altas de ganado vacuno y equino (Pucheta y Cabido, 2002). Algunas respuestas de la comunidad vegetal frente a la acción de los herbívoros domésticos han sido estudiadas como los cambios en su fenología (Márquez et al., 2002) en su composición florística y diversidad (Pucheta y Cabido 1992, Nai-Bregaglio et al. 2002) y en su biomasa y productividad primaria neta aérea. En estos estudios previos se sugiere que la herbivoría es un factor incorporado al sistema; sin embargo, hasta el momento no se conoce cuál es el efecto del pastoreo sobre el potencial de regeneración de estas comunidades de pastizales naturales a partir del banco de semillas.

Pucheta y Cabido (2002) no observaron diferencias significativas en la densidad total del banco de semillas entre tratamientos pastoreados y excluidos. Sin embargo, observaron que los bancos de semillas de los sitios pastoreados las especies fueron más abundantes y diferentes a las especies de los sitios excluidos. A pesar de la similitud en la densidad de semillas entre tratamientos, el pastoreo modificó la abundancia de algunas especies, la densidad de semillas de una especie de gramínea anual, *Muhlenbergia peruviana* aumentó, mientras que la densidad de semillas de una especie de pasto perenne de gran tamaño (*Deyeuxia hieronymi*) disminuyó significativamente con el pastoreo.

Según Pucheta y Cabido (2002), no se observaron diferencias significativas en la riqueza ni en la diversidad de especies entre ambos tratamientos. Sin embargo, de los sitios pastoreados y excluidos al pastoreo en función de la composición florística de la vegetación y del banco de semillas, muestran más diferencia florística entre las parcelas bajo los efectos del pastoreo, que entre la vegetación establecida y el banco de semillas del sitio excluido.

De la misma forma, Haretche y Rodríguez (2005), estudiaron el banco de semillas persistente de una pastura natural en el Uruguay bajo diferentes condiciones de pastoreo: un área bajo pastoreo continuo y otra clausurada al ganado durante nueve años donde se observó que la similitud entre la

vegetación y el banco de semillas resulto baja en el tratamiento pastoreado y relativamente alta en el clausurado. El pastoreo tampoco produjo cambios significativos en la densidad del banco de semillas (Pucheta y Cabido, 2002).

Este hecho ha sido observado en situaciones similares por Márquez et al. (2002). Por el contrario, otros autores (Bertiller, O'Connor, Pickett, Ortega et al., citados por Márquez et al., 2002), hallaron un menor número de semillas en los bancos de sitios pastoreados, coincidente probablemente con una disminución de la cobertura de plantas y un incremento en la predación de semillas por el ganado.

En las pasturas naturales de Pampa de Achala, Nai-Bregaglio et al. (2002) observaron que la exclusión prolongada del pastoreo promueve la acumulación de una cantidad importante de hojarasca sobre el suelo, en contraste con lo registrado en áreas pastoreadas. En el presente estudio se observó que la hojarasca, presente sólo en los sitios excluidos al pastoreo, retuvo el 43 % de las semillas totales del banco, poniendo de manifiesto su papel en la captación de semillas. La acumulación de hojarasca en los sitios excluidos al ganado permitió un incremento significativo en el número de semillas de la especie dominante (*Deyeuxia hieronymi*) hecho que hace presumir que esta especie se estaría regenerando a partir del banco de semillas sólo en algunos parches. En sitios excluidos al ganado, similares a los del presente estudio, Pucheta et al. (1998) observaron que *D. hieronymi*, junto a *Festuca tucumanica*, representan casi la totalidad de la productividad primaria neta aérea, lo que sugiere que estas especies controlarían los procesos ecosistémicos en ausencia prolongada de los herbívoros.

En sitios pastoreados, donde el suelo carece de una cubierta de hojarasca, se observó un incremento significativo del banco de semillas de la especie *Muhlenbergia peruviana*, una gramínea anual de muy pequeño porte. Esta especie tendría un papel importante en la colonización de discontinuidades o "claros" de la cobertura vegetal producidos por las actividades de los herbívoros. La importancia de este tipo de especies pioneras a través de su "efecto fundador" en relación a la regeneración de la comunidad establecida ha sido puesta de manifiesto por Márquez et al. (2002).

Haretche y Rodríguez (2005), comparando una parcela pastoreada con una excluida, encontraron en la parcela pastoreada que la densidad del banco de semillas fue significativamente mayor con predominancia de dicotiledóneas, mientras que las gramíneas fueron muy escasas (60% del total de las semillas). Es probable que el origen de estas semillas se relacione con la presencia en la vegetación de dicotiledóneas intersticiales de hábito rastrero y arrosado que se ven favorecidas en condiciones de pastoreo y que producen gran cantidad de semillas.

En la exclusión, los grupos gramíneas estivales, gramíneas invernales, graminoides y dicotiledóneas estuvieron equitativamente representados.

En condiciones de pastoreo, existe poca similitud entre la composición de la vegetación establecida y el banco de semillas porque las gramíneas perennes dominantes de la vegetación están ausentes o son escasas en los bancos, mientras que aumentan la densidad de semillas de dicotiledóneas y especies anuales (Nai-Bregaglio et al., 2002).

Por otro lado, las juncáceas y ciperáceas pueden ser abundantes en los bancos de semillas, llegando incluso a constituir su componente mayoritario (Haretche y Rodríguez, 2005).

2.6.4. Efecto de los animales sobre las pasturas

2.6.4.1. Pisoteo

Las gramíneas están adaptadas estructuralmente a la defoliación y al pisoteo (Frame y Paterson, 1987). De todas formas el pastoreo ocasiona daños a la planta y al suelo Beguety Bavera, citados por Bavera (2005).

Las especies vegetales tienen distinta resistencia al pisoteo. Aquellas que tengan estolones, rizomas y cuyo hábito de crecimiento sean más bien rastrero, son en general las más resistentes. La tolerancia de las especies varía por diferencias en las características estructurales; por ejemplo, las hojas con prefoliación conduplicada son más resistentes que las hojas rollizas.

El daño por pisoteo se traduce en lesiones mecánicas, como magullamiento de tallos, coronas, destrucción de hojas, heridas en raíces superficiales, estolones y ápices de crecimiento, incluso puede mover plantas de lugar. La producción de forraje se afecta en el corto plazo dado que el rebrote se reduce por menor número de plantas, menor densidad de macollos y menor tasa de crecimiento. En el largo plazo puede ocurrir un deterioro en la composición botánica.

Comúnmente, estos perjuicios se agudizan con forrajes de menor altura, en condiciones de alta humedad y heladas, y especies menos macolladoras. El agua libre del vegetal, con temperaturas inferiores a 0° C se encuentra helada y si la planta es pisoteada en esas condiciones, los cristales de hielo rompen las paredes celulares.

Sobre el suelo, el pisoteo produce alteraciones en las capas más superficiales modificando características físicas del mismo, como densidad

aparente, tamaño de poros, capilaridad, friabilidad y tamaño de los agregados. El principal síntoma de daño en la superficie del suelo es la baja infiltración de agua por aumento de la densidad. La tasa de infiltración y la producción de alfalfa en un suelo que fue laboreado con cincel y compactado artificialmente en distintos grados donde se obtuvo que a mayor compactación menor infiltración.

Los suelos arcillosos, limosos, mal estructurados y aquellos con alto contenido de materia orgánica son fácilmente afectados por el pisoteo. Las heces frecuentemente destruyen la vegetación por obstrucción y sombra. La orina puede provocar mortandad de plantas en períodos de sequía debido a la concentración de sales (Beguet y Bavera, citados por Bavera, 2005). Las heladas y la actividad de la fauna del suelo son agentes que contribuirán a restaurar la estructura del suelo.

2.6.4.2. Deyecciones

Los estudios sobre el retorno de las deyecciones animales han mostrado que una gran proporción de los nutrientes contenidos en el forraje son excretados, siendo esto variable con la edad, el estado fisiológico y el tipo de animal (Frame y Paterson, 1987). Vacunos en engorde y ovejas pueden excretar hasta el 90 % de los minerales. La cantidad de nutrientes reciclados variará de acuerdo a la cantidad de forraje consumido y la composición del mismo. Por ejemplo, las dietas ricas en leguminosas resultarán en orinas ricas en nitrógeno.

Además, con las deyecciones se producen cambios en la composición botánica porque los excrementos estimulan el crecimiento de gramíneas más que de leguminosas (Bavera, 2005).

El forraje cercano a las heces puede permanecer mucho tiempo sin ser pastoreado, principalmente por el olor.

Los nutrientes en circulación no son una adición neta al tapiz; aquellos excretados en formas fácilmente disponibles pueden circular varias veces en una estación. Sin la adición de un nutriente puede haber una pérdida neta por extracción de animales, lixiviación o volatilización. El complejo de nutrientes circulantes puede aumentarse de varias formas, por ejemplo, por fijación simbiótica del nitrógeno y mineralización de la materia orgánica siendo las deyecciones una vía importante de transferencia de nitrógeno de las leguminosas.

Del total de nutrientes excretados, la orina contiene 70-80% del N, 80-90% de K y 60-70% de Mn y S, mientras que las heces contienen el resto de los nutrientes y casi el 100% de P y el Ca (Frame y Paterson, 1987).

En las áreas de orina, el rendimiento del forraje puede aumentar rápidamente con predominancia de gramíneas que restringen el crecimiento de las leguminosas.

En el área de las heces los nutrientes están en forma orgánica y son liberados lentamente; la actividad de organismos coprófagos activa esta liberación. Puede haber cierta ganancia en rendimiento de forraje, principalmente en el largo plazo. Hay también pérdidas en el corto plazo por la cobertura del tapiz con posterior recolonización.

El mayor efecto inmediato de las heces son las áreas de rechazo de forraje que originan, estimándose una cobertura entre 10 a 45% del área dependiendo de la carga animal. Sin duda que esto pueda causar un cambio en la composición botánica. Además, las heces son también un agente de cambio por las semillas que pasan por el tracto animal siendo especies que tienen una proporción de semillas de cubiertas duras, como muchas leguminosas.

Considerando los efectos “macro” de la excreción, ha sido demostrado que la producción de forraje es mayor bajo pastoreo que bajo cortes, cuando los sistemas son similares (Frame, citado por Arrieta et al., 2008). La superioridad en producción de forraje del tapiz pastoreado en comparación con el cortado es atribuible al reciclaje de nitrógeno bajo pastoreo observándose en primer lugar los efectos subsidiarios positivos de un rebrote más rápido dado que el material fotosintético remanente es mayor bajo pastoreo; en segundo lugar, hay transferencia de fotoasimilados de los macollos no pastoreados a los pastoreados que favorecen el rebrote.

2.6.4.3. Selectividad

Hodgson (1990) distingue preferencia de selectividad señalando que la primera se refiere a la discriminación hipotética que se observaría entre ingestas de distintos componentes de una pastura, sin restricciones, mientras que la segunda se refiere a la ingesta de los distintos componentes. La selectividad está más asociada a la oportunidad de consumir una u otra fracción del forraje.

A través del proceso de selección, el animal es capaz de ingerir una dieta más concentrada en nutrientes que el forraje que tiene disponible (Hodgson, Milligan et al., San Julián et al., citados por Montossi et al., 2000). Sin embargo, el animal que ejerce una selección más intensa consume bocados más pequeños y a una tasa menor, debiendo compensar esto con aumentos en el tiempo de pastoreo. Por lo tanto, para que el beneficio de seleccionar una

dieta más rica en nutrientes se exprese efectivamente, el animal debe compensarlo con aumentos en el tiempo de pastoreo. En resumen, no siempre que el animal selecciona logra mayor cantidad de nutrientes en su dieta, ya que la posible disminución en el total de materia seca consumida puede o no ser compensada por la mayor concentración de nutrientes digeribles ingeridos (Hodgson, 1986).

La ventaja relativa que tiene el animal en consumir una dieta de más valor nutritivo que el de la pastura disponible, se reduce a partir de que la disponibilidad alcanza valores tales que el material muerto se empieza a acumular y de esta forma se reduce el valor nutritivo de la oferta y de la dieta (Montossi et al., 1998a).

Las posibilidades de seleccionar la dieta se reducen cuando la carga animal aumenta (Van Soest, 1982) y así podría verse disminuida la eficiencia en la producción animal. En contraste, la selectividad se hace máxima cuando los animales son introducidos a una pastura nueva (equivalente a un cambio de franja, Pearson e Ison, 1987).

Bines (1986), Thompson y Poppi (1994) sugieren que los rumiantes prefieren leguminosas frente a gramíneas y no sólo seleccionan componentes botánicos de la pastura, sino que dentro de éstos seleccionan partes de plantas.

Al pastorear, los herbívoros domésticos ponen en juego su capacidad discriminativa, probablemente sobre la base primordial de la succulencia, muy relacionada con la digestibilidad. En general, la hoja es más atractiva que el tallo y la hoja en crecimiento activo más apetitosa que las hojas viejas. El forraje joven, más hojoso y succulento es preferido al maduro, tallado y seco (Milligan et al. 1987, Holmes 1989, Frame 1992, Thompson y Poppi 1994).

Los animales pastorean en un plano vertical por lo que en un tapiz uniforme las capas superiores de la pastura se pastorean primero (Poppi et al. 1987, Frame 1992) y éstas, a su vez, son las que generalmente tienen mayor contenido de hojas. Cuando forrajes de igual palatabilidad están disponibles, el más accesible es más preferido, por lo tanto, las plantas erectas son más preferidas que las postradas. Hay una gran relación entre el valor nutritivo y selectividad; el vacuno posee un instinto alimentario por el cual selecciona los alimentos que satisfagan lo mejor posible sus necesidades fisiológicas (Bavera, 2005).

La presencia de material senescente o muerto en la base del tapiz dificulta el pastoreo rasante; además, la mezcla de forraje no palatable deprimirá la utilización de este último (Frame, 1992).

Hay características de las plantas que las hacen menos apetecibles tales como rugosidades, pilosidades, enfermedades fúngicas y algunos

alcaloides. Además, la contaminación de forraje con el suelo también puede ser causa de rechazo. De la misma manera, el forraje contaminado por heces y el que crece en las cercanías de estas es menos palatable, pero el grado de rechazo puede reducirse en altas presiones de pastoreo (Arrieta et al., 2008). Varios aspectos químicos asociados con el estado de crecimiento del forraje influyen en su aceptabilidad. El forraje joven y hojoso de relativamente alto contenido de proteína es muy palatable, pero probablemente esto es debido a la succulencia y los carbohidratos solubles más que el contenido de proteína. Un bajo contenido de fibra y lignina, así como un alto contenido de fósforo mejoran la aceptabilidad del forraje. A la inversa, la pastura de suelos pobres y que refleja la falta de nutrientes como nitrógeno y fósforo, es de baja aceptabilidad. La presencia de sustancias como alcaloides y oxalatos en la planta reduce la aceptabilidad, un punto importante es que el pastoreo selectivo puede cambiar el tapiz, generalmente a expensas del componente fotosintéticamente más activo, es decir, el follaje verde (Arrieta et al., 2008).

Los ovinos pastorean más selectivamente que los bovinos, y lo hacen sobre un rango más amplio de especies, aunque elijen principalmente las hojas.

El bovino tiende a arrancar manojos de forrajes de composición mixta, tanto con respecto a especies como a las proporciones de tallos y de hojas. Por su tamaño, el bovino puede pastorear el forraje alto más fácilmente. Tales diferencias en el comportamiento ingestivo pueden ser usadas para el control de determinadas especies o malezas.

La selectividad del pastoreo depende del componente carga animal en relación a la disponibilidad y crecimiento de la pastura. Cuando la carga es baja y por lo tanto la disponibilidad es mayor los animales se concentran en los rebrotes jóvenes dejando de lado las otras áreas que se endurecen volviéndose menos palatables.

Por otro lado, el pastoreo excesivo o sobre pastoreo lleva a que se consuman y debiliten las especies preferidas, reduciendo su habilidad competitiva y causando la disminución drástica de la especie o inclusive su desaparición del tapiz. Los cambios en palatabilidad que tienen las especies en distintas etapas de su desarrollo pueden contribuir a mejorar su persistencia. Cuando la presión de pastoreo es alta la posibilidad de pastoreo selectivo es menor.

De acuerdo con Hodgkinson y Mott (1987), la intensidad de la selección se ejerce mayoritariamente sobre componentes individuales, más que sobre la totalidad de la base forrajera.

Según Vallentine (1990), a mayor heterogeneidad en la composición botánica, menos uniforme es el uso de la pastura, expresándose así la selectividad animal. Este podría ser el caso de un mejoramiento extensivo, en

donde se encuentra una fracción de campo natural muy heterogénea sumado a la fracción especie introducida.

Según Frame (1992), aquellas plantas creciendo en parches de orina pueden ser preferidas ya que el nitrógeno urinario absorbido resulta en más hojas y más suculentas. Sin embargo, Van Soest (1982), argumenta que el consumo de éstas puede verse limitado por su palatabilidad.

2.6.4.4. Carga animal

La carga animal se define como número de animales o kilogramos de animal por unidad de superficie (Holmes, 1989), y la asignación de forraje se define como la cantidad de materia seca de forraje por animal o kilogramos de animal (Poppi et al., 1987).

Como se comentara anteriormente, la carga es el factor principal en determinar los cambios en la composición botánica de los campos (Berretta, 2003).

Un manejo eficiente de un sistema pastoril implica ajustar, antes que nada, la dotación animal anual (Coop 1986, Lucas y Thompson 1994, Holechek et al. 1995). Para ello, se debe conocer la capacidad de producción de las pasturas del predio (Thompson y Poppi, 1994) y su estacionalidad.

La producción por unidad de superficie se incrementa con la carga animal aún en detrimento de la producción individual, hasta cierto punto en el que la disminución de ésta deja de ser compensada por el aumento de carga, comenzando a descender la producción total (Mott 1960, Van Soest 1982). Dicho punto se conoce como capacidad de carga del sistema. La máxima producción total se encuentra a una carga mayor que aquella que permite una máxima producción individual (Van Soest, 1982).

Mc Meekan (1973) afirma que la razón del aumento de producción por unidad de superficie al aumentar la carga se debe a un mayor porcentaje de pastura consumido por cada animal, es decir, un aumento de utilización del forraje.

Según Mott (1960), la carga óptima es más bien un rango óptimo de animales por hectárea que se sitúa próximo a la máxima producción total. La carga óptima maximiza el ingreso neto del establecimiento dado que aumenta la productividad por unidad de superficie y se diluyen los costos en mayor número de animales.

Al aumentarse la carga se registra un descenso en producción individual, tanto de peso vivo como de lana, si bien esta última disminuye en forma menos pronunciada (Formoso et al., 2001).

De la misma manera que la producción individual es una medida de la calidad de la pastura y la tasa a la cual ésta es consumida, la producción total por hectárea debería ser un buen indicador de la productividad de la misma, siempre y cuando se esté a capacidad de carga o carga óptima (Mott, 1960).

La máxima producción de forraje no coincide con la máxima producción animal, dado que un rendimiento un poco menor de la pastura pero de mayor calidad determina por lo general, respuestas animales mayores. Esto es explicado por el pastoreo, que mantiene el valor nutritivo del forraje evitando los procesos de senescencia (Van Soest, 1982).

Al aumentar la carga, la competencia por alimento entre animales aumenta y la oportunidad de selección se reduce (Holmes, 1989). Además, a más animales por unidad de área, la superficie contaminada por deyecciones también aumenta. Esta contaminación redundante en un rechazo del forraje por parte de los animales, si bien bajo condiciones de alta dotación la posibilidad de rechazar forraje disminuye (Frame, 1992).

Stuthet al. (1987) encontraron que el comportamiento en pastoreo (especialmente el tiempo dedicado a seleccionar el alimento) se altera según varía la dotación. Con pocos animales por hectárea, las producciones individuales son elevadas, dada la posibilidad mayor de selección, a favor de una dieta más rica en nutrientes (Mott, 1960).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Centro de Investigación y Experimentación "Dr. Alejandro Gallinal" (33°52' latitud S, 55°34' longitud W, departamento de Florida) perteneciente al Secretariado Uruguayo de la Lana (SUL) durante el periodo comprendido entre el invierno 1986 y el verano 1989/90.

El área del ensayo fue un campo natural correspondientes a suelos tipo brunosolessubeutricos/eutricoslúvicos.

Es un experimento de carácter exploratorio sin repeticiones.

3.1. TRATAMIENTOS

Los tratamientos corresponden a:

dos sistemas de pastoreo (continuo y diferido en tres parcelas)
dos relaciones ovino/bovino (2:1 y 5:1).

El esquema original fue de 3 potreros, con 20 días de ocupación y 59 de descanso con un solo grupo de animales (ovinos + bovinos).

[Número de potreros= (descanso/pastoreo)+1 de donde:

descanso = pastoreo x número de potreros - 1] pero siendo un pastoreo "diferido" la velocidad de avance la proporciona la parcela en mejores condiciones de ser pastoreada.

La carga animal fue en todos los tratamientos (0,8 UG/ha), compuesta por novillos de sobreaño de raza Hereford y capones de raza Ideal (Polwarth), las equivalencias en UG para ovinos (0,2) y para los novillos de sobreaño (0,8). El tamaño de las parcelas fue de 4.2 ha para el continuo y 4.2 ha para el diferido.

3.2. RELEVAMIENTOS SOBRE LA VEGETACIÓN

La composición y evolución de la vegetación se estimó mediante el método de puntos (Daget y Poissonet, citados por Berretta, 2005), sobre una transecta permanente de 50 m de largo (a razón de dos por tratamiento), donde los relevamientos florísticos se componían de 100 puntos por transecta, separados cada 50 cm.

Los muestreos de la vegetación comenzaron en otoño de 1986, totalizando nueve muestreos durante el período del ensayo (16/04/1986, 09/07/1986, 05/12/1986, 11/11/1987, 05/08/1988, 30/11/1988, 10/08/1989, 04/10/1989, 06/04/1990). En adelante se los refiere del 1 al 9, siendo el 1: (16/04/1986) al 9: (06/04/1990).

Los registros de la presencia de especies en las distintas fechas relevadas fueron sumados y sobre el total para las nueve fechas se calculó la contribución de cada especie al recubrimiento de la vegetación de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\text{Contribución de la especie (i)} = \frac{\text{Número de presencias de la especie (i)}}{\text{Total de presencias}}$$

La contribución por presencia se acumuló a los efectos de determinar gráficamente la cantidad de especies que aportan el 75% de la cobertura de la vegetación, valor establecido por Berretta (1988b) de acuerdo con trabajos similares en pasturas naturales. Las especies seleccionadas por este criterio fueron clasificadas por tipos productivos (fino, tierno, ordinario, duro, no gramíneas, hierbas enanas) y tipos funcionales (gramíneas estivales, gramíneas invernales, ciperáceas, juncáceas) sugeridos por Rosengurtt (1979), comparándose descriptivamente los diferentes tratamientos, los tipos vegetativos son cespitosas, rizomatosas, estoloníferas y arrosetadas (Berretta, 1988b).

3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos, se seleccionaron los índices más apropiados, es decir, aquellos que cumplen con los requisitos de ser cuantificables, comparables, representativos y predecibles. En consecuencia, sólo se tomarán en cuenta los índices que se adecuan al análisis de la diversidad alfa de especies.

La diversidad alfa se estimó aplicando el índice de Shannon y Wiener (1949), que produce un valor H' que varía entre uno y cinco, considerando que valores por encima de tres son arbitrariamente interpretados como "diversos". Del mismo modo se estimó la equidad (evenness) donde los valores cero indican una comunidad desigual mientras que si los valores se aproximan a uno indican lo contrario (Booth et al., 2003b).

A su vez, se estimó la dominancia de individuos en las comunidades de los diferentes tratamientos utilizando el índice de Simpson (D) que analiza la

probabilidad que dos individuos cualquiera de una muestra de una comunidad sean de la misma especie.

La comparación entre tratamientos se realizó mediante la prueba de Kruskal-Wallis (1952). Esta prueba constituye una alternativa no paramétrica al análisis de varianza, comparando más de dos muestras con el propósito de conocer si proceden de la misma población, o bien, comparar si existen diferencias entre las medidas de tendencia central de más de dos poblaciones y no se justifica la suposición de normalidad y de igualdad de varianzas.

3.3.1. Análisis multivariados

3.3.1.1. Análisis de componentes principales

Es una técnica estadística de síntesis de la información, o reducción de la dimensión (número de variables) perdiendo la menor cantidad de información posible al calcular los autovectores (coeficientes de correlación lineal o peso de las variables) y los autovalores (varianza de los componentes). Los nuevos componentes principales o factores serán una combinación lineal de las variables originales, y además serán independientes entre sí.

3.3.1.2. Análisis de conglomerados(clusters)

Es un conjunto de técnicas que se utilizan para clasificar los objetos o casos en grupos relativamente homogéneos llamados conglomerados (clusters). Los objetos en cada grupo (conglomerado) tienden a ser similares entre sí (alta homogeneidad interna, dentro del cluster) y diferentes a los objetos de los otros grupos (alta heterogeneidad externa, ente clusters).

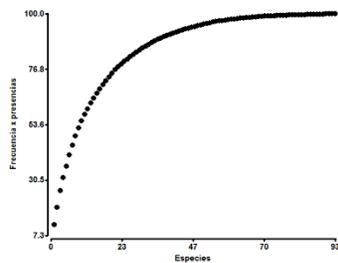
La técnica de formación de conglomerados permite corroborar el ordenamiento espacial multidimensional obtenido mediante la técnica de componentes principales.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES

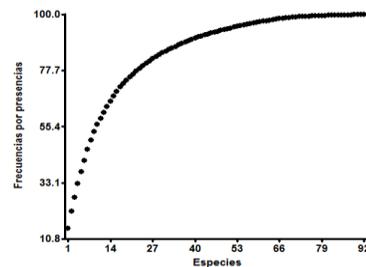
Se presentan a continuación los resultados de los tratamientos, de manera de poder determinar que ocurrió con una comunidad de especies, cuando se tiene una relación ovino/bovino diferente (2:1 vs. 5:1) y un cambio en el tipo de pastoreo (continuo vs. rotativo) de una pastura natural en un suelo de basamento cristalino central en el Uruguay.

4.1.1. Frecuencia (%) por presencia acumulada y número de especies



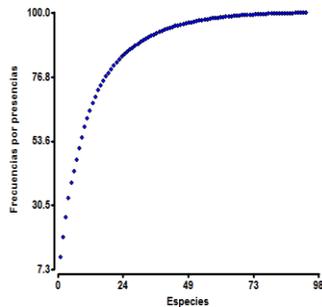
$$y = 21.7 \ln(x) + 7.9$$

($R^2=0.97$) para el continuo 2:1



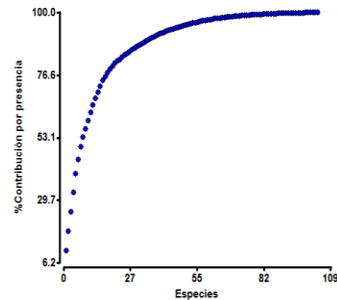
$$y = 21.05 \ln(x) + 9.96$$

($R^2=0.98$) para el diferido 2:1



$$y = 20.81 \ln(x) + 12.66$$

($R^2=0.95$) para el continuo 5:1



$$y = 19.61 \ln(x) + 15.65$$

($R^2=0.95$) para el diferido 5:1

Superior= tratamiento 2:1 continuo (izquierda) y diferido (derecha). Inferior= tratamiento 5:1 continuo y diferido, con similar posición.

Figura 1. Frecuencia (%) por presencia acumulada de las especies registradas en las nueve fechas de muestreo.

La curva de frecuencias acumulada se ajusta a una función de tipo logarítmico según la Figura 1.

La cantidad de especies que contribuyeron al 75% del recubrimiento de la vegetación fueron 20, 20, 17 y 17 para los tratamientos continuo 2:1, diferido 2:1, continuo 5:1 y diferido 5:1, respectivamente.

La diferencia en la cantidad de especies indicaría que los tratamientos con relación 2:1 presentan un mayor número de especies para recubrir el 75% de la superficie de suelo, los tratamientos 2:1 presentan más especies (20) y estas con menor frecuencia en el total de especies, los tratamientos 5:1 presentan menos números de especies (17) y más frecuentes que llevan a un 75%, aparentemente los tratamientos 5:1 con menos especies (17) estas dominarían más la cobertura del suelo.

Según Berretta (1988b) las relaciones de concentración de especies varían entre 25/75 y 30/70, sin embargo, se observó una menor cantidad de especies en general en todos los tratamientos, de 20 a 17 especies que recubren el 75 % del suelo, en relaciones 2:1 y 5:1 respectivamente. Podría ser una respuesta al comportamiento de mayor selectividad que realizan los ovinos y más cuando están en relaciones ovino/bovinos mayores, esto se agudiza con relaciones 5:1 llevando a desaparecer determinadas especies más apetecibles, pastos más finos y tiernos.

En la mayoría de las situaciones los ovinos son capaces de seleccionar una dieta de mayor valor nutritivo que los vacunos, demostrando su mayor habilidad y poder de resolución en cosechar preferencialmente los componentes de mayor valor nutritivo (Montossi et al. 1998b, Formoso y Colucci 2008).

4.1.2. Índice de Shannon - Wiener

Cuadro 2. Índice de Shannon – Wiener según tratamientos en las diferentes fechas de muestreo y promedio.

fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	prom.
2:1 c.	3,3	3,3	3,3	3,5	3,0	3,1	2,9	3,2	3,4	3,277
2:1 d.	3,4	3,4	3,2	3,4	3,1	3,1	3,1	3,3	3,4	3,321
5:1 c.	3,4	3,3	2,9	3,4	3,1	3,1	3,1	3,1	3,3	3,246
5:1 d.	3,6	3,6	3,2	3,7	3,6	3,5	3,5	3,7	3,8	3,636

fechas: 1(16/4/86), 2(9/7/86), 3(5/12/86), 4(11/11/87), 5(5/8/88), 6 (30/11/88), 7(10/08/89, 8(4/10/89), 9(6/04/90). c= tratamiento continuo, d = tratamiento diferido.

De acuerdo con lo explicado anteriormente, todos los tratamientos pertenecen a la categoría "diverso", ya que en todos los casos el índice supera el valor 3, aunque, si se observa más detenidamente se aprecia que el tratamiento menos diverso es el continuo 5:1, lo sigue continuo 2:1 y el diferido 2:1 respectivamente. El tratamiento 5:1 continuo presenta un periodo más prolongado de fechas con menor diversidad (fechas 3, 5, 6, 7, 8) y mayor número de años en dicha situación, correspondientes a fechas de fines de invierno y principios de primavera, a diferencia de los tratamientos 2:1 continuos y diferidos que presentan en 3 fechas de muestreo menor diversidad.

Los ovinos en el tratamiento 5:1 continuo van a estar con mayor carga ovina más seguido sobre las especies seleccionadas no dejando un tiempo a que se repongan con el tiempo de espera de un pastoreo diferido, o una menor relación ovino bovino.

Seguramente dominan en los suelos un tapiz más abierto y de poca altura. Además, este pastoreo continuo con la carga constante, bastante cercana a la producción máxima de estas pasturas, ha provocado una disminución en la altura de las mismas lo que ha favorecido el aumento seguramente de malezas enanas, muchas de ellas lemnícolas, así también como GE de porte rastrero.

El tratamiento diferido 5:1 no presenta disminución tan marcada en las diferentes fechas, a pesar de que presente una alta relación ovino bovino, debido a que presenta un tiempo de espera entre pastoreos para recuperarse y por lo tanto es el más diverso.

Sin embargo, como se describió más arriba, al acumular las frecuencias se observó que con relaciones 2:1 un mayor número de especies (20 contra 17) cubrían el 75% del suelo, independientemente del sistema de pastoreo.

4.1.3. Índice de Evenness

Cuadro 3. Índice de evenness según tratamientos en las diferentes fechas de muestreos y promedio.

fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	prom.
2:1 c.	0,88	0,86	0,85	0,87	0,78	0,86	0,83	0,85	0,88	0,85
2:1 d.	0,86	0,84	0,83	0,86	0,80	0,82	0,85	0,85	0,83	0,84
5:1 c.	0,86	0,84	0,83	0,84	0,79	0,83	0,83	0,85	0,87	0,84
5:1 d.	0,93	0,95	0,96	0,95	0,91	0,97	0,96	1,04	0,99	0,96

fechas: 1(16/4/86), 2(9/7/86), 3(5/12/86), 4(11/11/87), 5(5/8/88), 6(30/11/88), 7(10/08/89), 8(4/10/89), 9(6/04/90). c= continuo, d= diferido.

Todos los tratamientos presentan valores altos de evenness, es decir, se trata de pasturas con diversidad. Es importante tener en cuenta que el campo natural se compone de muchas especies, o en otras palabras que son "desiguales" y están presentes muchas especies y ninguna domina.

A pesar de ello se observa en los resultados que el tratamiento 5:1 diferido presenta el mayor valor de evenness significa la pastura está dominada por no muchas especies que en un campo natural es más probable, y éstas están en la misma proporción o lo que lo mismo su contribución específica es muy similar.

Esto último puede ocurrir gracias a un pastoreo rotativo con descansos adecuados, donde en esos descansos se le dé la oportunidad a cada especie de recuperarse del pastoreo anterior, y así no debilitarse ninguna de ellas. En todos los restantes tratamientos resalta en la mayoría de las fechas en invierno hay una disminución del valor que podría indicar que hay una mayor diversidad en dicha fecha.

4.1.4. Índice de Simpson

Cuadro 4. Índice de dominancia de Simpson según tratamientos en las diferentes fechas de muestreos.

fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	prom.
2:1 c.	0,04	0,05	0,05	0,04	0,08	0,05	0,07	0,06	0,04	0,053
2:1 d.	0,04	0,05	0,07	0,05	0,08	0,06	0,06	0,05	0,05	0,057
5:1 c.	0,04	0,05	0,07	0,08	0,07	0,05	0,07	0,06	0,05	0,056
5:1 d.	0,05	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,056

Fechas= 1(16/4/86), 2(9/7/86), 3(5/12/86), 4(11/11/87), 5(5/8/88), 6(30/11/88), 7(10/08/89) 8(4/10/89), 9(6/04/90). c=tratamiento continuo, d= tratamiento diferido.

Este índice se refiere a la probabilidad de un encuentro intra específico, por lo tanto, a mayor valor, mayor dominancia y menor diversidad de la comunidad herbácea, debido a esto no se ve una gran dominancia de especies.

De todos modos, seguramente quien aumente la dominancia levemente en la fecha 5 (agosto del 88) de los tratamientos con relación 2:1 sea *Stipa charruana* será más rechazada por los ovinos (por su selectividad) justamente en esas fechas, ya que es perenne invernal dura y poco palatables, y al no ser comida aumenta su dominancia.

En el diferido continua "dominando" o mejor dicho su valor continuó levemente superior en los demás muestreos más por los periodos de descanso, determinando una dominancia promedio algo mayor en todas las fechas.

Debido a esto relaciones 2:1 hay un efecto del sistema de pastoreo en cuanto a dominancia de especies ya que los resultados entre continuo y diferido son diferentes, siendo el 2:1 continuo el más diverso.

Para las relaciones 5:1 la dominancia se ve aumentada más sobre la primavera fechas 3, 4, 5 y 7 correspondientes a 5/12/86 y 11/11/87, 05/08/88, 10/08/89 respectivamente más hacia fines de invierno y fines de primavera que es cuando debido a su fruto punzante queda aún más agresiva, y más rechazada.

Por otro lado, y dado que la diversidad se correlaciona negativamente con la dominancia, se puede realizar la inversa de Simpson (D^{-1}) que es otra forma de expresarlo, para observar lo que sucede al comparar tratamientos (Cuadro 5).

Cuadro 5. Inverso del índice de dominancia de Simpson (D^{-1}), según tratamientos en las diferentes fechas de muestreo.

fecha	1	2	3	4	5	6	7	8	9	prom.
2:1 c.	25	20	20	25	12,5	20	14,2	16,6	25	19,83
2:1 d.	25	20	14,2	20	12,5	16,6	16,6	20	20	18,35
5:1 c.	25	20	14,2	25	14,2	20	14,2	16,6	20	18,84
5:1 d.	20	20	12,5	20	16,6	16,6	16,6	20	25	18,61

Fechas= 1(16/4/86), 2(9/7/86), 3(5/12/86), 4(11/11/87), 5(5/8/88), 6(30/11/88), 7(10/08/89), 8(4/10/89), 9(6/04/90). c=tratamiento continuo, d= tratamiento diferido.

Como se aprecia en el cuadro, el tratamiento 2:1 continuo se mantiene presentando menor dominancia de especies y por lo tanto cuenta con una mayor diversidad de especies favorecido por la baja relación ovino bovino, contrastándose claramente con los demás tratamientos aplicados.

De todas formas, el tratamiento 2:1 diferido presenta el valor más bajo de todos. Nuevamente se observa en las fechas 5 principios de agosto una disminución importante en la diversidad de las especies a pastorear quizás dominen especies como, *Piptochaetium stipoides* y/o *Stipa charruana*, todas perennes invernales.

Los sistemas de pastoreo continuo relaciones ovinas bajas aparentemente le transfieren a pastura una mayor diversidad de especies.

4.1.5. Índice de Margalef

Cuadro 6. Índice de diversidad de Margalef según tratamientos en las diferentes fechas de muestreos.

fechas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	prom.
2:1 c.	7,90	7,84	8,44	9,53	8,90	6,75	6,46	8,50	8,83	8,13
2:1 d.	9,36	9,51	7,86	9,81	8,68	7,99	7,34	8,70	9,89	8,79
5:1 c.	8,66	9,20	6,02	9,56	8,63	7,43	7,71	7,15	8,18	8,06
5:1 d.	8,11	7,82	4,67	8,58	8,92	6,90	7,47	6,00	8,26	7,41

Fechas= 1(16/4/86), 2(9/7/86), 3(5/12/86), 4(11/11/87), 5(5/8/88), 6(30/11/88), 7(10/08/89), 8(4/10/89), 9(6/04/90). c=tratamiento continuo, d= tratamiento diferido.

Todos los valores superan el 5, por lo que se puede afirmar que las pasturas son consideradas "ricas en especies" según este índice. No cabe dudas que estas comunidades sean diversas y dentro de ellas las más diversas corresponden a los tratamientos con relación ovino/bovino 2:1. Es de notar la fecha 5/12/86 fines de primavera una disminución en el valor del tratamiento 5:1 diferido.

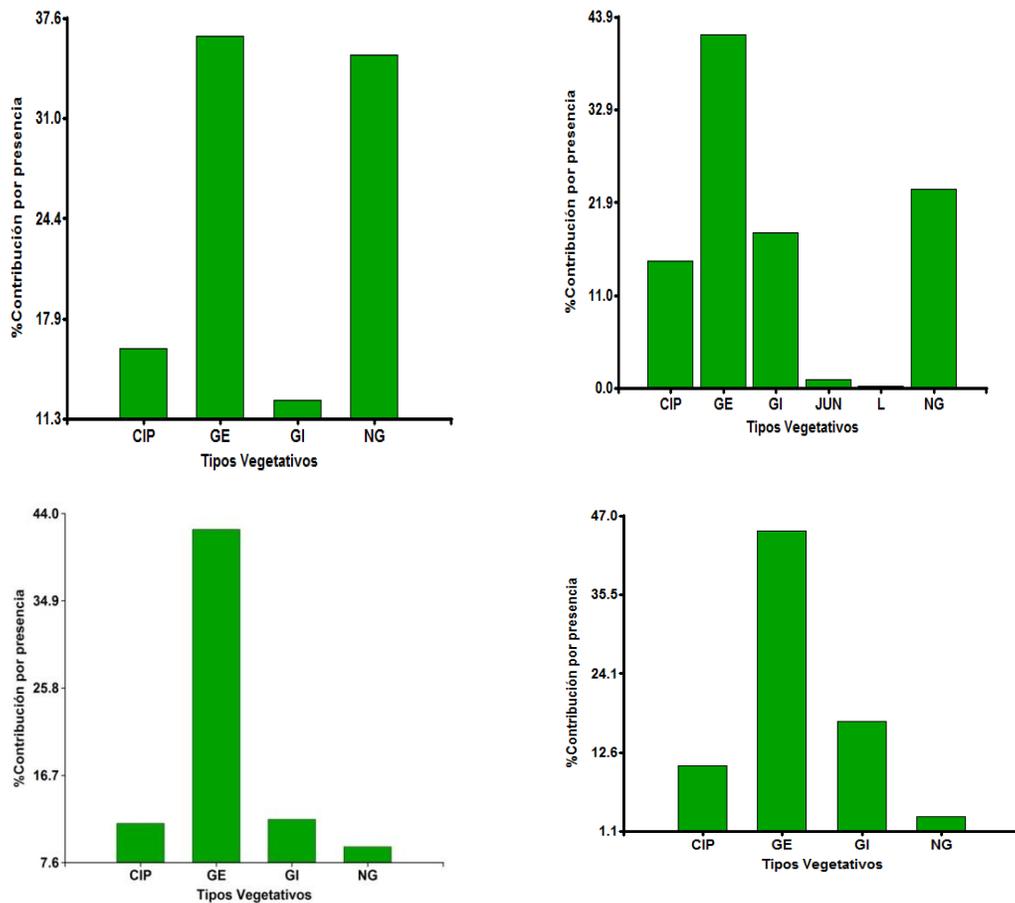
Se observa mayor riqueza de especies en el 2:1 diferido en el otoño y principios de primavera lo que determina que sea el tratamiento con mayor número de especies en general según el índice de Margalef.

En las fechas correspondientes con el otoño - principio de invierno se observaron la menor disminución de la diversidad, corresponden a las fechas 1, 2, 9 que van desde abril a principios de julio para todos los años. Sin embargo, fines de invierno y a fines de primavera se observó una disminución de la diversidad en todos los tratamientos especialmente el 5:1 continuo, excepto el 5:1 diferido.

En cuanto a la riqueza de especies es mayor cuanto menor sea la relación ovino bovino, en estaciones del año donde las condiciones climáticas no son tan extremas, otoño y principios de primavera.

4.2. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS TIPOS FUNCIONALES

El agrupamiento por tipos vegetativos de las especies que contribuyeron al 75% del recubrimiento de la vegetación, mostró diferencias descriptivas entre tratamientos (Figura 2).



GE= gramíneas estivales, GI= gramíneas invernales perennes, CIP= ciperáceas, Jun= juncáceas, NG= no gramíneas, L= leguminosas

Figura 2. Contribución por tipos funcionales para los tratamientos 2:1 continuo y diferido (superior) y 5:1 continuo y diferido (inferior), realizado con las especies cuya presencia aportó el 75% del recubrimiento de la vegetación.

En todos los tratamientos el tipo funcional dominante fue GE, destacándose en los tratamientos con relación 2:1 y especialmente con sistema de pastoreo continuo no llega a 37% y pasa a 43% con diferido.

Las NG disminuyen en el diferido, sin embargo, en el 2:1 diferido se observa una mayor presencia de más tipos funcionales, además del aumento de las GI, aparecen JUN, y L, puede estar explicado por menor relación ovino bovino y los periodos de descanso que favorecen a mayor presencia de tipos funcionales especialmente los cespitosos que con los descansos comienzan a aumentar las proporciones.

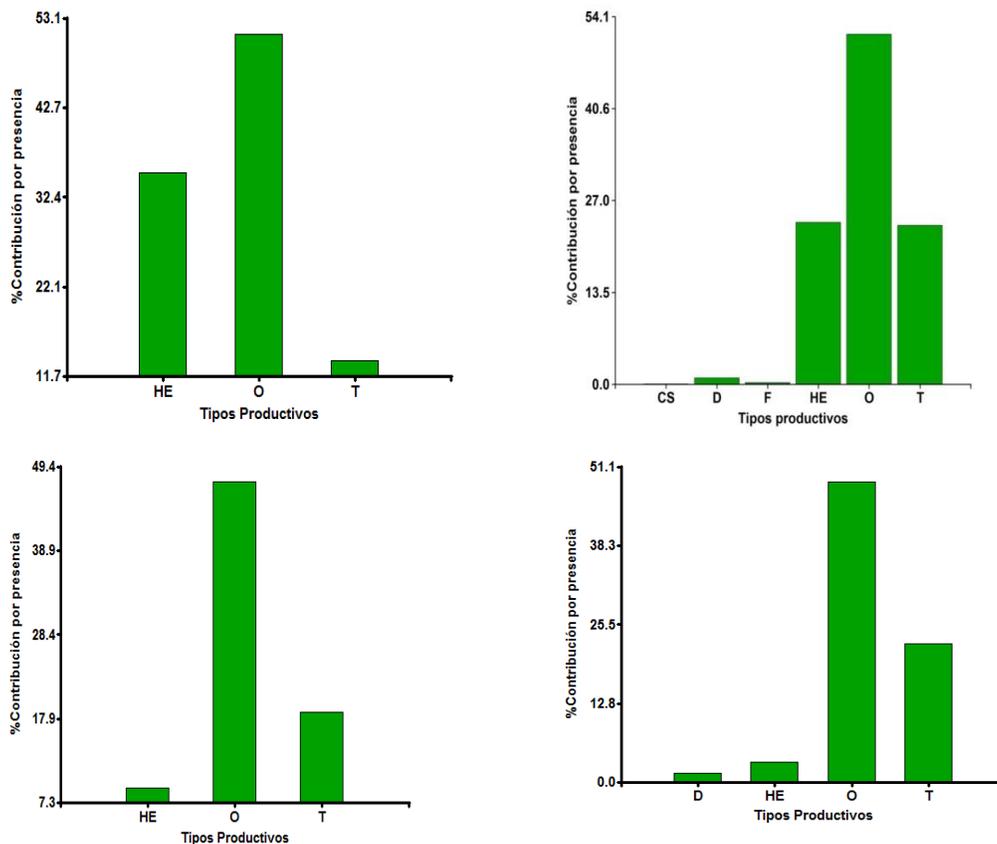
Ambos tratamientos diferidos permitieron una mayor expresión de las GI y las CIP, además de GE, indicaría la preferencia por estos componentes en determinada época del año si se encuentran en un pastoreo continuo.

Los tratamientos con relación 2:1 favorecieron la expresión de NG, sobre todo en pastoreo continuo, lo cual a priori podría estar asociado a una presión del bovino a la flora de porte más erecto, produciéndose una apertura del tapiz que favorece el crecimiento de NG (hierbas enanas en gran proporción).

Se señala la ausencia de L, como advierte Berretta (1998), en cuanto a las leguminosas nativas son de baja frecuencia.

4.3. RESULTADO Y DISCUSIÓN DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS TIPOS PRODUCTIVOS

Los tipos productivos, expresan subjetivamente la calidad de las especies que componen la vegetación, tienen diferente contribución según el tratamiento (Figura 3).



F= finos, T= tiernos, O= ordinarios, D= duros, HE= hierbas enanas, CS= malezas de campo sucio.

Figura 3. Contribución por tipos productivos para los tratamientos 2:1, continuo y diferido (superior) y 5:1, continuo y diferido (inferior), realizado por las especies cuya presencia aportó el 75% del recubrimiento de la vegetación.

El tipo productivo ordinario (O) es el de mayor contribución, lo que significa que la composición florística de la pastura está dominada por especies de calidad media a baja que difícilmente pueda revertirse con la variación de

métodos de pastoreo. Sin embargo, estas especies ordinarias pueden aprovecharse si se mantienen con hojas jóvenes y sin restos secos.

Las especies consideradas tiernas (T) son más abundantes en los diferidos, pero también se las ve presentes en el 5:1 continuo, lo que significa por un lado que el alivio de las parcelas en determinados periodos pudo haber favorecido la recuperación de las plantas de este tipo productivo, así también como la relación ovino alta.

Se destaca especialmente el tratamiento 2:1 continuo el bajo aporte de las especies tiernas, podría estar dado a que estas especies al estar en un sistema de pastoreo continuo los animales tienden a pastorear cuantas veces quieran o necesiten sobre ellas ya que en las especies invernales según Ferres (1982), se encontró una clara relación entre proporción de tejidos foliares y aptitud forrajera, las cuales serán más perseguidas por los animales especialmente los ovinos, debido a la selectividad por las especies con menos fibra.

También es de destacar el alto aporte de las HE en este tratamiento continuo 2:1. Los tratamientos con alta relación ovino/bovino presentaron la menor proporción de hierbas enanas (HE) en promedio en el período experimental debido a la preferencia de los ovinos por estas, se observó cierta tendencia en las relaciones ovinas bajas y pastoreos continuos al aumento de las HE. El tipo productivo fino (F), considerado de alto valor forrajero, sólo tiene una contribución minoritaria y no es relevante.

4.4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LA PRUEBA DE KRUSKAL- WALLIS

4.4.1. Efecto de los tipos funcionales vs. sistema de pastoreo

Cuadro 7. Prueba de Kruskal-Wallis para los tipos funcionales vs. sistemas de pastoreo.

variable	sist. past.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
CIP	c.	18	40,56	17,75	38,00	1	4,43	0,0352
CIP	d.	18	52,11	18,97	50,50			
GE	c.	18	148,44	70,20	148,00	1	2,50	0,1136
GE	d.	18	189,94	75,85	196,00			
NG	c.	18	97,83	37,53	97,00	1	3,20	0,0735
NG	d.	18	81,17	35,76	77,50			
JUNC	c.	18	1,94	3,40	0,50	1	4,36	0,0325
JUNC	d.	18	3,72	3,59	2,50			
LEG	c.	18	0,89	0,76	1,00	1	0,26	0,5866
LEG	d.	18	0,89	1,13	1,00			
GI	c.	18	56,89	19,93	53,50	1	8,38	0,0038
GI	d.	18	80,17	23,51	74,50			

CIP= ciperáceas; GE= gramíneas estivales; NG= no gramíneas; JUNC= juncáceas; LEG= leguminosas; GI= gramíneas invernales perennes; c= continuo; d= diferido. sist. past.= sistema de pastoreo.

Coincidentemente con lo presentado anteriormente, la fracción GE es la que presenta medias más altas, así como mayor desvío estándar.

Los componentes CIP, JUNC y GI fueron favorecidas por el sistema de pastoreo diferido presentó valores mayores que el sistema de pastoreo continuo ($p < 0,10$) seguramente pudo haber un cambio en hábitos de crecimientos, pasen a comportarse de forma más cespitosas ya que en la pastura con carga rotativa las especies dominantes son cespitosas.

Así también como lograr tener área foliar remanente fotosintéticamente activa mayor para afrontar el próximo rebrote, y también poder generar reservas.

No obstante, la fracción con frecuencias absolutas más altas (GE) no fueron afectadas por el sistema de pastoreo.

4.4.2. Efecto de los tipos funcionales versus relación ovino/bovino

Cuadro 8. Prueba de Kruskal-Wallis para los tipos funcionales según relación ovino/bovino.

variable	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
CIP	2:1	18	46,44	17,55	42,00	1	0,0	0,974
CIP	5:1	18	46,22	20,92	49,00			
GE	2:1	18	130,89	62,48	124,50	1	9,8	0,001
GE	5:1	18	207,50	67,68	206,00			
NG	2:1	18	103,28	37,57	103,50	1	4,9	0,025
NG	5:1	18	75,72	31,93	84,50			
JUNC	2:1	18	3,78	3,73	2,00	1	4,9	0,022
JUNC	5:1	18	1,80	3,22	0,00			
LEG	2:1	18	1,00	0,77	1,00	1	1,6	0,168
LEG	5:1	18	0,78	1,11	0,50			
GI	2:1	18	57,22	16,71	58,50	1	7,3	0,006
GI	5:1	18	79,83	26,21	76,00			

CIP= ciperáceas; GE= gramíneas estivales; NG= no gramíneas; JUNC= juncáceas; LEG= leguminosas; GI= gramíneas invernales perennes.

La relación ovino/bovino afectó los tipos funcionales de diferente manera: GE, y GI aumentaron con relaciones ovino bovino altas, 5:1($p < 0,10$). También fueron favorecidas NG, y JUNC pero con relaciones ovino bovino baja 2:1($p < 0,10$), por lo tanto existe un efecto de relación ovino bovino donde relaciones altas favorecen a unos tipos funcionales y deprimen a otros y viceversa.

Hay un efecto del método de pastoreo, en donde los descansos favorecen la recomposición del tejido fotosintético y por consiguiente la capacidad de las plantas para rebrotar nuevamente, y/o ayudarse a rebrotar

gracias a las reservas generadas en los descansos. Este proceso fisiológico, permite manifestar hasta un 10% más de producción de forraje de un diferido frente al pastoreo continuo (Berretta, 2005).

De la misma manera, se observa un efecto de la relación ovino bovino con relaciones altas, siendo las que aumentaron su frecuencia GE, y GI, algunas especies como *Paspalum notatum* (pasto horqueta) *Axonopus affinis*, entre otros GE, y de las GI. *Stipa charruna*, *Stipa setigera* y *Piptochaetium spp.* Estas últimas varían su frecuencia, la cual se incrementa a dotaciones altas y pastoreo con carga continua (Berretta, 2005).

Estos cambios en el sistema de pastoreo determinan cambios en los hábitos de crecimiento. En pastoreos continuos, las especies están más postradas y rastreras, siendo favorecidas las estoloníferas y rizomatosas, provocándose cambios en la estructura y morfología de las plantas.

Entre estos cambios, se señalan hojas más pequeñas, plantas más enanas y ecotipos más postrados de la misma especie.

En los pastoreos rotativos, estas pasan de estar más postradas o rastreras (estoloníferas o rizomatosas), a estar más erectas (más cespitosas), favoreciendo las de hábito de crecimiento más erecto como por ejemplo GE *Andropogon ternatus*, *Bothriochloa laguroides*, GI perennes como *Aristida uruguayensis*, *Piptochaetium stipoides* y *Stipa setigera*.

4.4.3. Combinando sistema de pastoreo y relación ovino/bovino con tipos funcionales

Cuadro 9. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo y relación ovino/bovino para el tipo funcional ciperáceas.

sist. past.	rel. o/b	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
c.	2:1	9	36,00	9,91	32,00	3	5,84	0,1192
c.	5:1	9	45,11	22,90	40,00			
d.	2:1	9	56,89	17,62	50,00			
d.	5:1	9	47,33	20,07	51,00			

sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b= relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido.

El efecto conjunto del sistema de pastoreo y la relación ovino bovino no detectaron diferencia entre las medias del tipo funcional CIP sin embargo el efecto por separado si se vio afectado según lo visto anteriormente.

Cuadro 10. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo funcional gramíneas estivales.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
c.	2:1	9	103,67	a	48,96	108,0	3	0,0055
c.	5:1	9	193,22	bc	59,69	181,0		
d.	2:1	9	158,11	ab	65,05	138,0		
d.	5:1	9	221,78	c	75,58	213,0		

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b =relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

GE es afectado por el sistema de pastoreo y la relación ovino/bovino. Se puede observar que las diferencias extremas se encuentran entre los tratamientos continuo 2:1 y diferido 5:1, ya que son los tratamientos más contrastantes.

Es probable que en los tratamientos 2:1 continuo esté más compuesto por GE. con porte más rastrero, al disminuir las especies cespitosas, dado que aumentó la luminosidad en los estratos más inferiores de la pastura favoreciendo el incremento de las GE rastreras, estoloníferas y/o rizomatosas.

Por otro lado, en los tratamientos 5:1 rotativos las GE aumentaron, si bien probablemente aquellas más cespitosas. Dicho componente es favorecido por una alta relación ovino bovino y por un pastoreo mixto (Formoso y Pereira, 2008).

Cuadro 11. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo funcional no gramíneas.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.	
c.	2:1	9	117,67	b	35,19	116,0	3	9,20	0,0266
c.	5:1	9	78,00	a	29,50	93,0			
d.	2:1	9	88,8	a	36,02	81,0			
d.	5:1	9	73,44	a	35,85	74,0			

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel.o/b = relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.10$).

Para las NG y el sistema de pastoreo continuo conjuntamente con relación ovino/bovino 2:1 es diferente a los demás tratamientos, generando un cambio a la estructura de la pastura, aparece el tapiz doble perfil, dicho tapiz se caracteriza por presentar espacios con especies más postradas y por otro lado espacios con especies erectas en forma de matas, generándose entre ellos más luminosidad en los estratos más bajos y favoreciendo a que aumenten no gramíneas (NG), así también como espacios donde las especies menos apetecibles son rechazadas generando matas importantes con muchos restos secos de baja digestibilidad.

Los resultados de un experimento 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, determinó una disminución de la PPNA en un 25% y un aumento de las NG hasta un 50% en la contribución a la cobertura vegetal en el tratamiento 2:1.

Cuadro 12. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo juncáceas.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
c.	2:1	9	3,56	b	4,28	2,00	3	10,33 0,0127
c.	5:1	9	0,33	a	0,71	00,00		
d.	2:1	9	4,00	b	3,3	2,00		
d.	5:1	9	3,4	b	4,00	3,00		

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b = relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0.10$).

El tipo funcional JUNC se vio afectado significativamente cuando la relación ovino/bovino fue alta (5:1) y el sistema de pastoreo era continuo. Los restantes tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí.

Las JUNC a altas cargas ovinas, en general son fuertemente consumidas, lo que significó que el promedio de éstas baje significativamente bajo pastoreo continuo debido a que a altas cargas ovinas tienen menos posibilidad de selección, para cubrir sus requerimientos energéticos.

Cuadro 13. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo leguminosas.

sist. past.	rel. o/b.	n.	media	d. st.	mediana	gl.	h.	p.
c.	2:1	9	1,22	0,83	1,00	3	2,7	0,37
c.	5:1	9	0,56	0,53	1,00			
d.	2:1	9	0,78	0,67	1,00			
d.	5:1	9	1,00	1,50	0,00			

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b = relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido.

Las leguminosas no se vieron afectadas ni por el sistema de pastoreo ni por la relación ovino/bovino. LEG es un componente de escasa presencia en cualquiera de los tratamientos, lo que sugiere que el ambiente (tipo de suelo) no tiene las condiciones para sostener especies que lo integren, quizás por carencia de nutrientes.

Cuadro 14. Prueba de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y tipo gramíneas invernales.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.	
c.	2:1	9	45,00	a	11,84	43,00	3	6,14	0,0011
c.	5:1	9	68,78	b	19,65	72,00			
d.	2:1	9	69,40	b	10,82	69,00			
d.	5:1	9	90,89	b	28,26	94,00			

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b = relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,10$). Se destaca nuevamente el tratamiento continuo 2:1, el cual se diferenció de los demás, presentando una media marcadamente menor.

Las GI (representadas en el área por *Gaudinia fragilis* y *Vulpia australis*, ambas anuales) tienen la oportunidad de desarrollarse en un tapiz de reducida competencia como la comunidad del tratamiento 2:1 continuo, pero quedan expuestas al consumo inmediato por los animales en pastoreo lo que les impide incrementar su población.

Para relaciones ovino/bovino y sistemas de pastoreo los componentes que resultaron ser no significativos fueron CIP y LEG. En contraste, GE, NG, JUN, GI existieron al menos alguna diferencia significativa entre sus medias.

4.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DEL ANÁLISIS MULTIVARIADO

4.5.1. Análisis de componentes principales

En el Cuadro 15 se observan valores propios y proporción de la varianza calculada a partir de la matriz de correlaciones para datos estandarizados, obtenidos en la selección de los factores para la aplicación de análisis de componentes principales (acp).

Cuadro 15. Valores propios y proporción de la varianza calculada a partir de la matriz de correlaciones para datos estandarizados.

variable lambda	valores propios	proporción de la varianza	proporción acumulada
1	3,62	0,60	0,60
2	1,63	0,27	0,87
3	0,75	0,13	1,00
4	0,00	0,00	1,00
5	0,00	0,00	1,00
6	0,00	0,00	1,00

Los factores 1 y 2 explican el 87% de la variabilidad de los datos y los primeros 3 factores explican el 100% de la variabilidad.

El acp solo se puede realizar si existen altas correlaciones entre las variables. El Cuadro 16 presenta los autovectores y sus correlaciones de los componentes principales.

Cuadro 16. Autovectores y correlaciones de los componentes principales con las variables originales.

variable	e1	e2	e3
JUNC	0,27	0,67	0,11
CIP	-0,30	0,41	0,72
GE	-0,48	0,14	-0,43
GI	-0,43	0,36	-0,39
L	0,38	0,49	-0,34
NG	0,52	-0,04	-0,10

CIP= ciperáceas; GE= gramíneas estivales; NG= no gramíneas; JUNC= juncáceas; LEG= leguminosas; GI= gramíneas invernales perennes; e1, e2, e3: coeficientes de las variables auto vectores.

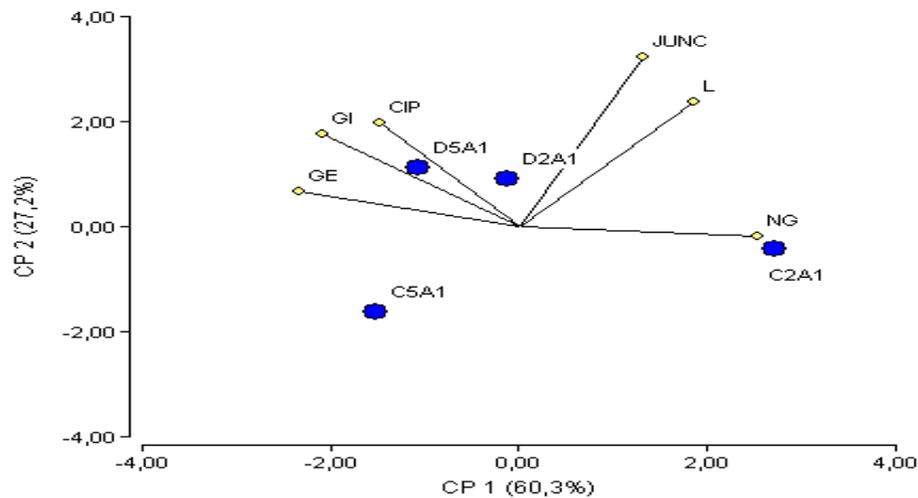
Teniendo en cuenta lo anterior, se pueden obtener tres componentes principales (cp1, cp2 y cp3), donde a continuación se presenta las correlaciones de los componentes principales con las variables originales, es decir, los tipos funcionales (Cuadro 17).

Cuadro 17. Tipos funcionales (variables originales) y las correlaciones con los componentes principales.

Variable	cp1	cp2	cp3
JUNC	0,52	0,85	0,09
CIP	-0,58	0,52	0,63
GE	-0,91	0,18	-0,37
GI	-0,82	0,47	-0,34
LEG	0,72	0,62	-0,30
NG	1,00	-0,05	-0,08

CIP= ciperáceas; GE= gramíneas estivales; NG= no gramíneas; JUNC= juncáceas; LEG= leguminosas; GI= gramíneas invernales perennes; correlación cofenética= 1,000; cp1, cp2, cp3= componentes principales.

Observando estas correlaciones se observa una alta y positiva correlación entre cp1 con JUNC, LEG, NG y alta y negativa con GE, GI, CIP. Con el cp2 alta correlación y positiva con JUNC, L, CIP, y GI y con NG tiene una correlación baja y negativa.



cp1: eje 1 explica el 60% de la varianza; cp2: eje 2 explica el 27% de la varianza. Variables originales tipos vegetativos. ● Variables originales relación ovino/bovino y sistema de pastoreo. ●

Figura 4 Distribución de las variables originales y su correlación con componentes principales 1 y 2.

Con dos ejes (cp's) se explica el 87% de la variabilidad. En otras palabras, estos dos componentes explican gran parte de la variabilidad entre las variables originales.

Se observa gráficamente que cp1 está relacionado alta y negativamente con CIP, GI y GE, y positivamente con NG y L. Por otro lado, cp2 está relacionado positivamente con JUNC y LEG. Todas estas variables (autovectores) tienen un "peso" relativo importante en la construcción del eje.

La correlación cp1 con NG y LEG representa a aquellas situaciones que reducen la presencia de gramíneas de verano e invierno como el tipo de pastoreo continuo y relación ovino/bovino 2:1, mientras que el c.p.2 representa aquellas situaciones que promueven la presencia de GE, GI, CIP. Según el grafico, éstas están más asociadas a pastoreos diferidos con relaciones 5:1 y 2:1.

De la manera en que se relacionan los c.p. con las variables originales sistema de pastoreo y relación ovino/bovino con tipos funcionales, se observa que existe una situación que genera una alta correlación negativa entre el sistema de pastoreo continuo, relación ovino/bovino 5:1 y tienen bajas correlaciones con los tipos vegetativos en general. Sin embargo, se observan en el grafico situaciones menos extremas como las de los pastoreos diferidos 2:1 y 5:1, donde se ubican más próximos o cercanos a prácticamente todos los tipos vegetativos CIP, GI y GE es decir para pastoreos diferidos 5:1, diferido 2:1 plantea situaciones intermedias.

4.5.2. Análisis de conglomerados

La Figura 5 agrupa a través de un dendrograma los tratamientos que han resultado ser similares entre los que pertenecen al mismo grupo y diferentes entre los grupos.

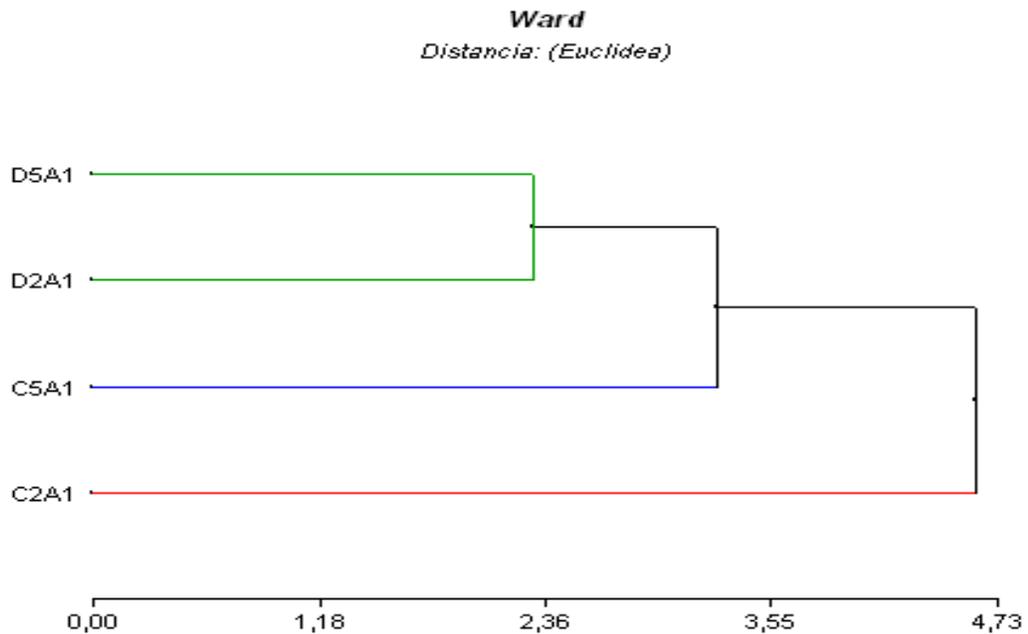


Figura 5. Diagrama Cluster

Según la Figura 5 se pueden observar tres grupos donde los sistemas de pastoreo diferidos 5:1 y 2:1 pertenecen al mismo grupo; es decir que los tipos funcionales que allí se encuentran son similares en tipos y frecuencias. Luego, por separado, hay dos grupos que se diferencian entre sí: continuo 5:1 y continuo 2:1, corroborando lo representado en el análisis de componentes principales (a.c.p.) representado en la Figura 4. Se observa que el tratamiento 2:1 continuo está caracterizado por una flora con una elevada presencia de no gramíneas, mientras que los diferidos 2:1 y 5:1 se encuentran en una situación similar donde dominan las gramíneas de verano e invierno. El sistema de pastoreo continuo 5:1 se encuentra en una situación intermedia entre el 2:1 continuo y los diferidos.

4.6. RESULTADOS DE LA PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS

4.6.1. Tipos productivos vs. sistema de pastoreo

Cuadro 18. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos finos vs. sistema de pastoreo.

sist. past.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
c.	18	0,89	1,23	0,00	1	0,27	0,5570
d.	18	0,61	0,98	0,00			

Sist. past.= sistema de pastoreo. c= continuo; d= diferidos.

Las medias no difirieron significativamente. El sistema de pastoreo no afectó a las medias de los tipos productivos finos.

Cuadro 19. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos tiernos según sistema de pastoreo.

sist. past.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
c.	18	71,72 a	34,62	70,00	1	4,84	0,0279
d.	18	103,06 b	38,84	109,50			

Sist. past.= sistema de pastoreo. c.= continuo; d.= diferidos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.10$)

Las medias de los tipos productivos tiernos fueron afectadas por el sistema de pastoreo, el diferido presentó una media superior al continuo lo que puede indicar que en condiciones de pastoreo continuo la selectividad opera en contra de estos tipos productivos, tales podrían ser representados por *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, *Andropogon ternatus*, *Coelorhachis selloana*.

De la misma forma que en el cuadro anterior, en el Cuadro 20 se observa el mismo efecto de sistema de pastoreo sobre los tipos productivos ordinarios.

Cuadro 20. Resultados Kruskal-Wallis de tipos productivos ordinarios vs. sistema de pastoreo.

sist. past.	n.	medias		d.st.	medianas	gl.	h.	p.
c.	18	170,89	a	50,40	167,50	1	5,41	0,0200
d.	18	214,89	b	51,08	220,00			

Sist. past.= sistema de pastoreo. c= continuo; d= diferidos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.10$).

Los tipos productivos ordinarios se vieron afectados por el sistema de pastoreo utilizado. La mayor media se registró en el sistema de pastoreo diferido, aumentaron entonces especies como *Stipa setigera*, *Stipa neesiana*, ambas perennes invernales.

Cuadro 21. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos duros vs. sistema de pastoreo.

sist. past.	n.	medias		d. st	medianas	gl.	h.	p.
c.	18	3,83		3,84	2,00	1	3,43	0,0629
d.	18	6,56		4,68	6,50			

Sist. past.= sistema de pastoreo. c= continuo; d= diferidos.

El efecto del tipo de pastoreo no fue significativo sobre las medias de los tipos productivos duros. Considerando el criterio de $p < 0.1$ como en el caso anterior, no hay efecto del método de pastoreo (ejemplo *Schizachirium microstachyum*, *Stipa charruana*, *Paspalum quadrifarium*).

Cuadro 22. Resultados de Kruskal-Wallis de tipos productivos hierbas enanas vs. sistema de pastoreo.

Sist. past.	n.	medias		d. st.	medianas	g. l.	h.	p.
c.	18	71,00		58,67	63,00	1	0,48	0,4863
d.	18	82,78		35,87	77,50			

Sist. past.= sistema de pastoreo. c.= continuo; d.= diferidos.

Las medias de tipos productivos hierbas enanas no fueron diferentes significativamente según el sistema de pastoreo utilizado ($p > 0,10$).

El sistema de pastoreo no tuvo efecto significativo sobre las medias de los tipos productivos finos, hierbas enanas, duros, sin embargo, se registró un efecto significativo sobre las medias de los tipos productivos, tiernos y ordinarios, siendo las mismas mayores para sistemas de pastoreo diferido.

Dado que la mayoría de estos tipos productivos son cespitosos principalmente los ordinarios, y tiernos puede asociarse que el pastoreo diferido los favorece.

La utilización de estos pastoreos rotativos de alta carga instantánea, logran una estructura más uniforme del tapiz por disminución de la selectividad animal, colocando a las especies presentes en el tapiz en similares condiciones de competencia (Boggiano y Berretta, 2006).

4.6.2. Tipos productivos vs. relación ovino/bovino

Cuadro 23. Resultados de Kruskal-Wallis de relación ovino/bovino vs. tipos productivos finos.

rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
2:1	18	1,00	1,37	0,00	1	0,51	0,4232
5:1	18	0,50	0,71	0,00			

rel. o/b= relación ovino/bovino

No existió diferencia significativa entre los tratamientos, por lo que no hubo efecto de la relación ovino/bovino sobre los tipos productivos finos.

Cuadro 24. Resultados de Kruskal-Wallis para relación ovino/bovino vs. tipos productivos tiernos.

rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	g.l.	h.	p.	
2:1	18	69,72	a	36,59	64,00	1	7,06	0,0079
5:1	18	105,06	b	35,02	104,50			

Rel. o/b= relación ovino/bovino. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Se presentaron diferencias significativas para las medias de los tratamientos, por lo tanto, hubo un efecto de la relación ovino/bovino sobre los tipos productivos tiernos. La media del tratamiento con relación 5:1 es mayor a la media de tratamientos 2:1. El aumento de los tipos tiernos está asociado al aumento de la relación ovino bovino, pero especialmente a las especies rastreras tales como *Paspalum notatum* (pasto horqueta) o *Axonopus affinis*.

Estas especies, según la dotación y el método de pastoreo que se utilice, varían su frecuencia, la cual se incrementa a dotaciones altas con carga continua.

Cuadro 25. Resultados de Kruskal-Wallis de la relación ovino bovino sobre los tipos productivos ordinarios.

rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
2:1	18	164,22 a	46,15	166,00	1	10,01	0,0016
5:1	18	221.56 b	48,01	229,00			

rel. o/b= relación ovino/bovino. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,1$).

Existió un efecto sobre los tipos productivos ordinarios provocada por la relación ovino/bovino, destacándose las medias superiores con relaciones 5:1.

Esto puede estar explicado porque la alta relación ovino bovino aumentan las frecuencias de las especies más rastreras estoloníferas, como es el caso *Axonopus affinis*, dado que estas especies tienen la capacidad de "escapar al diente".

Esta variación puede estar explicada según Olmos (1992), cuando la intensidad de uso de las comunidades se incrementa (ejemplo aumento de la relación ovino/bovino) las mismas reaccionan.

Refleja en cambios en los tipos vegetativos (estas pasan de más cespitosas a más postradas, o favorecen el aumento presencia de estoloníferas o rizomatosas), en la composición botánica, formas de vida presentes, fundamentalmente las especies de hábito de crecimiento erecto y las de hábito de crecimiento rastrero, provocándose cambios en la estructura y morfología de las plantas, presentando hojas más pequeñas, plantas más enanas, ecotipos más postrados de la misma especie, con cargas más altas.

Cuadro 26. Resultados de Kruskal-Wallis con la relación ovino/bovino sobre tipos productivos duros.

rel. o/b.	n.	medias		d. st.	medianas	gl.	h.	p.
2:1	18	2,44	a	2,97	2,00	1	15,89	0,0001
5:1	18	7,94	b	3,96	7,50			

rel. o/b= relación ovino/bovino. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,1$).

De la misma manera que con los tipos productivos ordinarios, los tipos productivos duros fueron afectados por la relación ovino/bovino, siendo la relación 5:1 más favorable para los mismos ya que se observa una media mayor. Puede estar explicado por la capacidad que tienen los ovinos de seleccionar las especies más apetecibles y rechazar las duras como *Paspalum quadrifarium*, *Eryngium horridum*, *Stipa Charruana* (Formoso y Pereira, 2008).

Cuadro 27. Resultados de Kruskal-Wallis con la relación ovino/bovino sobre los tipos productivos hierbas enanas.

rel. o/b.	n.	medias		d. st.	medianas	gl.	h.	p.
2:1	18	105,11	b	37,87	109,50	1	13,24	0,0003
5:1	18	48,67	a	41,00	51,50			

rel. o/b= relación ovino/bovino. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,1$).

Para los tipos productivos hierbas enanas, la relación 2:1 es más favorable ya que presenta medias superiores.

A menor carga ovina en relación a los vacunos, hay una mayor tendencia a que se exprese el tipo productivo hierbas enanas.

Según Formoso y Pereira (2008), a medida que la relación ovino bovino disminuye, la contribución hierbas enanas es mayor en detrimento de GE y GI perennes, ya que estos las prefieren y las seleccionan en su dieta.

La relación ovino/bovino no afectó significativamente a los tipos productivos finos. Por el contrario, se registraron efectos significativos en los tipos productivos tiernos, ordinarios y duros donde la media fue mayor en relaciones 5:1 sin embargo con las HE que con relaciones 5:1 disminuyen porque son preferidas y seleccionadas por los ovinos.

4.6.3. Sistema de pastoreo-relación ovino/bovino vs. tipos productivos

Cuadro 28. Resultados de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo, la relación ovino/bovino y los tipos productivos finos.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.
c.	2:1	9	1,00	1,58	0,00	3	2,22	0,4208
c.	5:1	9	0,78	0,80	1,00			
d.	2:1	9	1,00	1,33	1,00			
d.	5:1	9	0,22	0,44	0,00			

rel.o/b= relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

No se registraron diferencias significativas entre los tratamientos, no hubo efecto del sistema de pastoreo conjuntamente con la relación ovino/bovino sobre los tipos productivos finos, quizás por la baja frecuencia de los mismos.

Cuadro 29. Resultados de Kruskal-Wallis del efecto de sistema de pastoreo, relación ovino/bovino y los tipos productivos tiernos.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.	
c.	2:1	9	51,00	a	26,09	50,00	3	12,3	0,0062
c.	5:1	9	92,44	b	30,00	96,00			
d.	2:1	9	88,44	b	37,10	74,00			
d.	5:1	9	117,67	b	36,72	115,00			

Rel. o/b= relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Los tipos productivos tiernos se vieron afectados por el sistema de pastoreo y la relación ovino/bovino, especialmente el tratamiento continuo 2:1. Sin embargo, los restantes tratamientos no demuestran diferencias significativas entre ellos y las medias son superiores. Seguramente en el tratamiento 2:1 continuo, a pesar de estar en menor carga tienen más posibilidad de seleccionar las especies tiernas y rechazar la menos palatables,

generando una disminución de sus medias en este tipo de pastoreo y relación ovino bovino.

Cuadro 30. Resultados de Kruskal - Wallis del efecto del sistema de pastoreo y relación ovino/bovinos sobre los tipos productivos ordinarios.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	gl.	h.	p.	
c.	2:1	9	133,78	a	32,5	123,00	3	16,41	0,0009
c.	5:1	9	208,00	b	35,19	204,00			
d.	2:1	9	194,67	b	37,14	192,00			
d.	5:1	9	235,11	b	56,97	251,00			

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b =relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Los tipos productivos ordinarios se vieron afectados y disminuidas sus medias en los tratamientos con sistema de pastoreo continuo y relación 2:1.

Ocurre algo muy similar que con los tipos tiernos y ordinarios dado que son preferidos por los ovinos y al estar los ovinos en baja carga y pastoreo continuo, tienden a ser seleccionados y consumidos con mayor frecuencia.

Esto hace que estas especies se vean debilitadas, lo que a la larga genera que estos tipos productivos disminuyan.

Cuadro 31. Resultados de Kruskal-Wallis del efecto de sistema de pastoreo y la relación ovino/bovino sobre los tipos productivos duros.

sist. past.	rel. o/b.	n.	medias	d. st.	medianas	g.l.	h.	p.	
c.	2:1	9	1,33	a	1,00	1,00	3	19,3	0,0002
c.	5:1	9	2,33	bc	4,03	6,00			
d.	2:1	9	3,56	ab	3,88	3,00			
d.	5:1	9	9,56	c	3,36	8,00			

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b= relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

El efecto de los sistemas de pastoreos y las relaciones ovino/bovino sobre los tipos productivos duros se diferencian en tres grupos dos de ellos bien contrastantes, continuo 2:1, y diferidos 5:1.

Los tipos productivos duros son más consumidos por los bovinos que por los ovinos ya que estos los rechazan.

Esto se puede observar claramente en el tratamiento 2:1 continuo. Sin embargo, al aumentar la relación ovino bovino, estos se ven aún más favorecidos al no ser consumidos.

Por otra parte, al presentar periodos de descansos en el pastoreo rotativo, se fortalecen aún más debido a que bajo este sistema de pastoreo diferido, durante los periodos de descanso, las especies pueden regenerar su área fotosintética y permite acumular más reservas para los próximos rebrotes.

Los tipos productivos duros (generalmente cespitosas) se ven favorecidos (al no ser seleccionadas) por las altas relación ovino bovino y el sistema de pastoreo diferido, probablemente representados por las siguientes especies: *Stipa charruana*, *Schizachirium microstachyum*, *Paspalum quadrifarium*, *Sporobolus indicus* entre otros. Los efectos de una elevada carga ovina en combinación con los periodos de descanso favorecen estos tipos productivos duros.

Quizás el tiempo de descanso juegue un rol importante en esta pastura, ya que en estas condiciones la pastura tiende a endurecerse.

Cuadro 32. Resultados de Kruskal-Wallis de sistema de pastoreo y la relación ovino/bovino sobre el tipo productivo hierbas enanas.

sist. past.	rel. o/b	n.	medias	d. st.	mediana	gl.	h.	p.	
c.	2:1	9	120,00	c	35,57	117,00	3	21,47	0,0001
c.	5:1	9	22,00	a	25,42	8,00			
d.	2:1	9	90,22	bc	35,83	81,00			
d.	5:1	9	75,33	b	36,41	74,00			

Sist. past.= sistema de pastoreo. Rel. o/b= relación ovino/bovino; c= continuo; d= diferido. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$).

Para el tipo productivo hierbas enanas, nuevamente se ve un efecto de la selectividad principalmente en los tratamientos con pastoreos continuos, en especial en el continuo 5:1.

Este tratamiento, al tener mayor carga ovina, estos animales las prefieren y consumen.

En el tratamiento continuo 2:1, aparentemente este tipo productivo aumenta su proporción e, integrando los resultados ya presentados en los que se dedujo que los ovinos consumen los tipos productivos tiernos y ordinarios (ejemplo GE, GI), esto deriva en permitir más espacio para que las HE puedan prosperar por un aumento en la luminosidad de los estratos inferiores.

Esto a su vez, lleva a un cambio en la estructura de la pastura, las GE y GI tienden a quedarse más postradas (en pastoreos continuos), dando lugar así a las HE.

Ante una baja carga ovina, este tipo productivo se encuentra en relativamente mayores proporciones, pero cuando aumenta la carga ovina son intensamente consumidas por estos animales.

Esta es la razón por la que se observan en el tratamiento continuo 2:1 y 5:1, las cuales son las situaciones más contrastantes.

No se observó efecto significativo de la relación ovino/bovino y sistema de pastoreo sobre los tipos productivos finos, existiendo al menos alguna diferencia en alguna de las medias de los tipos productivos tiernos, ordinarios, duros y hierbas enanas.

5. CONCLUSIONES

Los resultados del experimento, al no poseer repeticiones espaciales, se encuentran restringidos al sitio donde se instalaron los tratamientos.

El método de pastoreo y la relación ovino bovino modificó el tapiz del campo natural reflejándose en cambios en la diversidad, dominancia, homogeneidad, riqueza florística, estructura y composición de especies.

Independientemente del sistema de pastoreo la relación 5:1 presentó menor cantidad de especies para recubrir el 75% de suelo.

El sistema de pastoreo diferido presenta mayor homogeneidad con dominancia de un menor número de especies. Los tratamientos con sistemas de pastoreo continuo presentan mayor diversidad de especies y menor dominancia. En cuanto a la riqueza de especies, es mayor cuanto menor sea la relación ovino/bovino.

Las gramíneas estivales son los tipos funcionales de mayor presencia, aumentando con pastoreo diferido y relación ovino/bovino 5:1, principalmente las de porte cespitoso o erecto.

Por el contrario, relaciones ovino bovino 2:1 y sistema de pastoreo continuo favorecen pasturas con mayor presencia de especies de tipo funcional NG.

GI (representadas en el área por *Gaudinia fragilis* y *Vulpia australis*, ambas anuales) tienen la oportunidad de desarrollarse en un tapiz de reducida competencia como relación ovino/bovino 2:1 y pastoreo continuo. Sin embargo, quedan expuestas al consumo inmediato por los animales en pastoreo lo que les impide incrementar su población.

Los tipos productivos favorecidos por el sistema de pastoreo diferido y relaciones ovinas 5:1 son los tiernos *Paspalum notatum* (rastrera) y las cespitosas *Coelorachis selleana*, *Piptochaetium stipoides*, ordinarios cespitosos como por ejemplo *Schizachirium spicatum*, *Paspalum plicatulum* entre otros.

Los duros como ser, *Stipa charruana* y *Paspalum quadrifarium*, al aumentar la relación ovino bovino, se ven aún más favorecidos al ser poco consumidos por los ovinos.

6. RESUMEN

Entre 1980 y 1985 la lana alcanzó precios muy elevados, lo que estimuló la retención capones, llegando la población ovina a los 25 millones de cabezas. El objetivo era solamente para producir lana, pero no estaba claro el impacto que traería este manejo sobre las comunidades vegetales del campo natural. Para investigar sobre este impacto se instaló un ensayo en la región del Basamento Cristalino central (Centro de Investigación y Experimentación del SUL, en Cerro Colorado, Florida, Uruguay). El objetivo de este trabajo fue conocer el efecto de la relación ovino/bovino en combinación con el sistema de pastoreo sobre la composición y evolución florística de una pastura nativa y su agrupamiento en tipos funcionales, tipos productivos. Para ello se instaló un experimento de carácter exploratorio sin repeticiones, utilizando dos sistemas de pastoreo (continuo y diferido en tres parcelas) y dos relaciones ovino/bovino (2:1 y 5:1). La carga animal fue en todos los tratamientos igual (0,8 UG/ha). La composición y evolución de la vegetación se estimó mediante un “método de puntos”. Los muestreos comenzaron en otoño de 1986, totalizando nueve muestreos y finalizando en abril 1990. El método de pastoreo y la relación ovino bovino modificó el tapiz del campo natural, reflejándose en cambios en la diversidad, dominancia, homogeneidad y riqueza florística. Asimismo, se modificó la estructura y composición de especies del mismo. Los tratamientos con alta relación ovina y pastoreo continuo contaron con menor diversidad y se presentó más marcadamente en las fechas que corresponden a fines de invierno y principios de primavera. El sistema de pastoreo diferido presentó mayor homogeneidad de especies, dominado por un menor número de éstas. Los tratamientos con sistema de pastoreo continuo presentaron mayor diversidad de especies y menor dominancia, mientras que los diferidos demostraron lo contrario, es decir, menos diversos y dominados por pocas especies. En cuanto a la riqueza de especies, esta fue mayor cuanto menor fue la relación ovino/bovino. Las gramíneas estivales fueron los tipos funcionales de mayor presencia, aumentando con sistemas de pastoreo diferido y relación ovino/bovino alta. Las gramíneas invernales se comportaron de manera muy similar, debido a que los periodos de descansos las especies tuvieron oportunidad de regenerar su área fotosintéticamente activa y sustancias de reserva para un nuevo rebrote. También se registró un cambio en la estructura de la pastura debido a una variación en el porte de las mismas. Relaciones ovino/bovino bajas y sistema de pastoreo continuo favorecieron pasturas con mayor presencia de especies de no gramíneas y viceversa. Los tipos productivos favorecidos por el sistema de pastoreo diferido y altas relaciones ovinas fueron los tiernos (*Paspalum notatum* – rastrera *Axonopus affinis*), las cespitosas (*Coleorachis selloana*, *Piptochaetium stipoides*), y los ordinarios cespitosos (*Schizachirium spicatum*, *Danthonia montevidensis* entre otros). Por

el contrario, fueron desfavorecidas las hierbas enanas al ser altamente consumidas por los ovinos. Los tipos productivos duros (*Stipa charruana*, *Paspalum quadrifarium*, entre otros), al aumentar la relación ovino/bovino, se vieron más favorecidos al ser poco consumidos por los ovinos.

Palabras clave: Pasturas naturales; Relación ovino bovino; Sistema de pastoreo; Tipos funcionales; Tipos productivos.

7. SUMMARY

Between 1980 and 1985 wool prices were very high, stimulating wether retention and causing sheep population to rise up to 25 million. The aim of this retention was mainly wool production, but the impact of this management on the plant communities of native grasslands was unclear. To investigate on this impact, an experiment was set in the central Crystalline Basement region (SUL Research Centre, in Cerro Colorado, Florida, Uruguay). The objective of this study was to determine the effect of the ovine/bovine ratio in combination with the grazing system on the composition and floristic evolution of a native pasture and its grouping into functional types, productive types. To this end, an exploratory experiment with no repetitions was installed, using two grazing systems (continuous and deferred in three plots), and two ovine/bovine ratios (2:1 and 5:1). All treatments used the same stocking rate (0.8 livestock units/ha). Plant composition and evolution was estimated through the "point method". Samplings were made between autumn 1986 and autumn 1990, totalising nine samplings. Grazing system and ovine/bovine ratio modified the native grasslands' sward, which in turn affected diversity, dominance, homogeneity and floristic richness. Furthermore, both structure and species composition were also affected. Treatments with a high ovine/bovine ratio and continuous grazing system presented less diversity and were more evident by the end of the winter and early spring. The deferred grazing system presented greater species homogeneity and its sward was dominated by a smaller number of species. Continuous grazing systems presented greater species diversity and less dominance, while deferred grazing systems presented the opposite situation, which was less diversity and swards dominated by few species. Species richness was greatest with lower ovine/bovine ratios. Summer grasses were the functional types with the greatest presence, and were observed to increase with deferred grazing systems and high ovine/bovine ratio. Winter grasses presented a similar behaviour, because resting periods provided species with the opportunity to regenerate their photosynthetically active area and their reserve substances to re grow. A change in sward structure was also registered due to a variation in their habit. Low ovine/bovine ratios and continuous grazing systems favoured pastures with greater presence of non- grasses species and vice versa. The productive types favoured by the deferred grazing system and high ovine/bovine ratios were the tender group (*Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*– creeping habit), the caespitose group (*Coleorachis selloana*, *Piptochaetium stipoides*) and the ordinary caespitose group (*Schizachirium spicatum*, *Danthonia montevidensis*, among others). On the other hand, prostrate dicots were disfavoured as they tend to be preferred by sheep. With increasing ovine/bovine ratios, rough productive types (*Stipa charruana*,

Paspalum quadrifarium, among others) were favoured, because they tend not to be consumed by sheep.

Keywords: Natural pastures; Bovine sheep relation; Grazing system; Functional types; Productive types.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Altesor, A.; Di Landro, E.; May, H.; Ezcurra, E. 1998. Long term species changes in a Uruguayan grassland. *Journal of Vegetation Science*. 9: 173 - 180.
2. _____.; Oosterheld, M.; Lezama, F.; Leoni, E.; Rodriguez, C. 2002. Effect of grazing exclosure on community structure and productivity of Uruguayan grassland. *Pant Ecology*. 179: 83 - 91.
3. _____.; Paruelo, J. M.; Piñeiro, G.; Sarasola, M.; Lezama, F. 2004. El pastoreo modifica la estructura de la vegetación y la mesofauna del suelo en los campos uruguayos. (en línea). In: Reunión de Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur (14a., 2004, Salto). Memorias. Montevideo, Uruguay, s.e. s.p. Consultado dic. 2012. Disponible en https://www.agro.uba.ar/users/lart/fontagro/Objetivos/NueObj_AltesorMendoza04.pdf
4. _____.; Piñeiro, G.; Lezama, F.; Rodríguez, C; 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? In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 21-32 (Serie Técnica no. 151).
5. _____.; León, R. J.; Paruelo, J. M. 2006. Heterogeneidad en pastizales naturales de la región Basáltica de Uruguay. (en línea). *Ecología Austral*. 16:167-182. Consultado jul. 2018. Disponible en <https://www.agro.uba.ar/users/paruelo/Publicaciones/2006/Lezama%20F,%20Altesor%20A.I.,%20Leo&n%20R.J.C.%20y%20Paruelo%20J.M.%202006.%20Heterogeneidad%20de%20la%20vegetacio&n%20en%20pastizales%20naturales%20de%20la%20regio&n%20basa<ica%20de%20Uruguay.%20Ecologi&a%20Austral.pdf>

6. Arrieta, G.; Lagomarsino, X.; Olivera, J.; Trindade, G. 2008. Incidencia de diferentes dietas sobre el crecimiento animal, el rendimiento carnicero y la calidad de la carne. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 243 p.
7. Ayala, W.; Carámbula, M.; Carriquiry, E. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la región Este. In: Jornada de Campo Natural (1993, Treinta y Tres). Campo natural: estrategia invernal, manejo y suplementación. Montevideo, INIA. pp. 1-28 (Actividades de Difusión no. 49).
8. _____; Bermúdez, R. 2005. Aportes sobre manejo y utilización del campo natural en Lomadas del Este. Revista INIA. no. 4: 10-12.
9. Baker, R. D. 1986. Advances in cow grazing systems. In: Frame, J. ed. Grazing. Suffolk, British Grassland Society. pp. 155-166 (Occasional Symposium no. 19).
10. Bavera, G. 2005. Escala de tamaño, estructura corporal o frame score. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 may. 2006. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/frame_score/11-tamano_o_frame.htm
11. Berretta, E. J.; Levratto, J. C.; Zamit, W. S.; Bemhaja, M.; Pittaluga, O.; Silva, J. A.; Clariget, J. B.; Guerra, J. C. 1988a. Efecto del sistema de pastoreo, relación lanar/vacuno y carga animal sobre la producción y utilización de pasturas naturales. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Sub-Tropical (9ª., 1988, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, Uruguay, s.e. pp. 291-298.
12. _____. 1988b. El pastoreo como herramienta para mejorar la productividad de las pasturas naturales. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Sub-Tropical (9ª., 1988, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, Uruguay, s.e. pp. 79-94.

13. _____.; Do Nascimento, D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Montevideo, IICA. PROCISUR. 127 p. (Diálogo no. 32).
14. _____. 1998. Efecto del pastoreo y la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de las pasturas. In: Seminario de Actualización de Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91-96 (Serie Técnica no. 102).
15. _____.; Risso, D. F.; Montossi, F.; Pigurina, G. 2000. Problems of animal production related to pastures in South America: Uruguay. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; de Moraes, A.; Nabinger, C.; Carvalho, P. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Cambridge, UK, University of Cambridge. pp. 377- 394.
16. _____. 2003. Aspectos de manejo del campo natural. In: Seminario del Campo Natural y la Empresa Ganadera (2003, Salto). Aspectos de manejo del campo natural. Montevideo, Uruguay, IPA. pp. 29 - 32.
17. _____. 2005. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de Basalto. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo del Campo Natural (2005, Salto). Trabajos presentados Montevideo, INIA. pp. 61-72 (Serie Técnica no. 151).
18. Bines, J. A. 1986. Complete diets. In: Broster, H. W.; Phips, R. H.; Johnson, C. L. eds. Principles and practice of feeding dairy cows. Reading, NIRD. p. irr. (Technical Bulletin no. 8).
19. Boggiano, P. R. 1995. Relaciones entre estrutura da vegetacao e pastejo seletivo de bovinos em campo natural. Dissertacao Mestrado. Porto Alegre, RS, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 159 p.
20. _____.; Berretta, E. J. 2006. Factores que afectan la biodiversidad vegetal del campo natural. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Sub-Tropical (21^{a.}, 2006, Pelotas). Memorias. Pelotas, Brasil, s.e. pp. 93-104.

21. Booth, B. D.; Murphy, S. D.; Swanton, C. J. 2003a. Community Dynamics: succession and Assembly. In: Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems. Cambridge, USA, CABI. pp. 207- 234.
22. _____.; _____.; _____. 2003b. Community Ecology: basic Community concepts and Diversity. In: Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems. Cambridge, USA, CABI. pp. 181 - 206.
23. _____.; _____.; _____. 2003c. Community Ecology: studying Community Structure and Dynamics. In: Weed Ecology in Natural and Agricultural Systems. Cambridge, USA, CABI. pp. 255 - 274.
24. Bouza, C. N.; Covarribias, D. 2005. Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios de muestreos. Revista de Investigación Operacional. 26 (2): 187 -192.
25. Busque, J.; Herrero, M. 1995. Atributos funcionales de las plantas forrajeras y su implicancia en el manejo de pasturas. In: Herrero, M.; Ramírez, A. eds. Pasturas tropicales. Cali, Colombia, CIAT. pp. 23-46.
26. Camesasca, M.; Nolla, M.; Preve, F. 2002. Evaluación de la producción y calidad de carne y lana de corderos pesados sobre una pradera de 2º. año de trébol blanco y lotus bajo los efectos de la carga animal, sexo, esquila, suplementación y sistema de pastoreo para la región de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 299 p.
27. Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
28. Carrera, M.; González, R.; González, D.; Rovira, P. 1996. Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 97 p.
29. Cazzuli, F.; Cederez, M. S.; Echevarría, M. N. 2004. Engorde de corderos pesados sobre mejoramientos de campo con *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus pedunculatus* cv. Maku, efecto de la carga animal y el sistema de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 157 p.

30. Clements, W.; Newman, M. C. 2002. Community ecotoxicology. Denver, Colorado, Wiley. 166 p.
31. Coop, I. E. 1986. Pasture and crop production. In: Mac Cutcheon, S. N.; McDonald, M. F.; Wickham, G. A. eds. Sheep production: feeding, growth and health. Auckland, New Zealand Institute of Agricultural Science. v.2, pp. 110-136.
32. Coughenour, M. B.; Mac Naughton, S. J.; Wallace, L. L. 1985. Responses of an African graminoid (*Themeda triandra* Forsk.) to frequent defoliation, nitrogen, and water: a limit of adaptation to herbivory. *Oecologia*. 68 (1): 105-110.
33. Cunningham, J. M. M. 1983. The use of grass in sheep production. In: Winter Meeting of the British Grassland Society (7^o., 1983, Brighton). Money for grass: proceedings. Brighton, NHBS. pp. 34 - 47 (Occasional Symposium no. 15).
34. Domínguez, A.; Prieto, R. G. 2002. Perfil ambiental del Uruguay. Montevideo, Nordan Comunidad. 267 p.
35. Durán, A. 1997. Clasificación hidrológica de los suelos del Uruguay. *Agrociencia (Uruguay)*. 1 (1):15-29.
36. Ferres, P. 1982. Evaluación primaria de gramíneas forrajeras por el método de transección foliar. *Revista Técnica de la Facultad de Agronomía (Uruguay)*. 52: 77-102.
37. Focht, T.; Pillar, V. D. 2003. Spatial patterns and relations with site factors in a campos grassland under grazing. *Brazilian Journal of Biology*. 63(3): 423 - 436.
38. Formoso, D.; Gaggero, C. 1990. Efecto del sistema de pastoreo y la relación ovino/vacuno sobre la producción de forraje y la vegetación del campo nativo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Sub-Tropical (11^a., 1990, Pelotas). Memorias. Pelotas, Brasil, s.e. pp. 299 - 310.
39. _____. 1993. Composición botánica y calidad de la dieta de ovinos en dos alternativas de pastoreos sobre campo natural. *Producción Ovina*. no. 6:39-68.

- 40._____. 1997. Productividad y manejo de pasturas naturales en cristalino. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 51–54 (Serie Técnica no. 13).
- 41._____.; Colucci, P. E. 1999. Efecto del sistema de pastoreo en la dieta de primavera de ovinos y bovinos pastoreando campo natural. Producción Ovina. no. 12:19-26.
- 42._____.; Oficialdegui, R.; Norbis, R. 2001. Producción y valor nutritivo del campo natural y mejoramientos extensivos. In: Utilización y Manejo de Mejoramientos Extensivos con Ovinos (2001, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, SUL. pp. 7-24.
- 43._____. 2005. La investigación en utilización de pasturas naturales sobre cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 51-59 (Serie Técnica no. 151).
- 44._____.; Pereira, D. 2008a. Efecto del pastoreo mixto sobre la vegetación del campo natural en Cristalino Central (Región Centro-Sur). Producción Ovina. no. 20: 5-20.
- 45._____.; Colucci, P. E. 2008b. Productividad de mejoramientos de campo natural en cristalino central. (en línea). In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Sub-Tropical (14ª., 2008, Salto). Memorias. Montevideo, Uruguay, s.e. s.p. Consultado dic. 2012. Disponible en <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/productividad-mejoramientos-campo-natural-uruguay/>
- 46.Frame, J.; Paterson, D. J. 1987. The effects of strategic nitrogen application and defoliation systems on the productivity of a perennial ryegrass/white cloversward. Grass and Forage Science. 42: 271-280.
- 47._____. 1992. Improved grassland management. Ipswich, Farming Press. 351 p.

48. Franco, L. J.; De La Cruz, G. A.; Rocha, A. R. Navarrete, N. S.; Flores, G. M.; Kato, E. M.; Colón, S. C. 1989. Manual de ecología. México, Trillas. pp. 22 - 30.
49. García Préchac, F.; Durán, A. 2001. Estimating soil productivity loss due to erosion in Uruguay in terms of beef and wool productions on natural pastures. In: International Soil Conservation Organization Meeting: National Soil Erosion Research Laboratory (10th., 2001, West Lafayette). Proceedings. West Lafayette, Purdue University. pp. 40 - 45.
50. Garnock, M. 1993. Profitable pasture utilization with beef cattle. In: Conference of the Grassland Society of New South Wales (8th., 1993, Orange). Proceedings. Orange, NSW, Australia, GSNSW. pp. 62-66.
51. Hareau, A.; Hofstadter, R.; Saizar, A. 1999. Vulnerability to climate change in Uruguay: potential impacts on the agricultural and coastal resource sectors and response capabilities. *Climate Research*. 12:185-193.
52. Haretche, F.; Rodríguez, C. 2005. Banco de semillas en un pastizal uruguayo bajo diferentes condiciones de pastoreo. *Ecología Austral*. 16:105-113.
53. Hilder, E. J. 1974. Efectos producidos por el pastoreo sobre el crecimiento de la planta debido a la transferencia de nutrientes vegetales. In: James, B. J. F. ed. Utilización intensiva de pasturas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp. 58-70.
54. Hodgson, J. 1986. Grazing behaviour and herbage intake. In: Frame, J. ed. Grazing. Suffolk, British Grassland Society. pp. 51-64 (Occasional Symposium no. 19).
55. _____. 1990. Grazing management: science into practice. New York, Longman. 203 p.
56. Hodgkinson, K. C.; Mott, J. 1987. On coping with grazing. In: Grazing-lands Research at the Plant-animal Interface (4th., 1987, Morrilton). Proceedings. Morrilton, Australia, Winrock. pp. 171-192.
57. Holechek, J. L.; Pieper, R. D.; Herbel, C. H. 1995. Range management: principles and practices. New Jersey, Prentice Hall. 526 p.

58. Holmes, W. 1989. Grazing management. In: W. Holmes, W. ed. Grass: its production and utilization. Wiley-Blackwell. pp. 130-172.
59. Lucas, R. J.; Thomson, K. F. 1994. Pasture assessment for livestock managers. In: Langer, R. H. M. ed. Pastures: their ecology and management. Auckland, Oxford University. pp. 241- 262.
60. Kruskal, W. H.; Wallis, W. A. 1952. Use of ranks in one-criterion variance analysis. Journal of the American Statistical Association. 47(260): 583-621.
61. Mc Meekan, C. P. 1973. De pasto a leche. Montevideo, Hemisferio Sur. 280 p.
62. Magurran, A. E. 1988. Diversity indices and species abundance models. In: Magurran, A. ed. Ecological diversity and its measurement. Dordrecht, Springer. pp. 7-4.
63. Márquez, S.; Funes, G.; Cabido, M.; Pucheta, E. 2002. Efectos del pastoreo sobre el banco de semillas germinable y la vegetación establecida en pastizales de montaña del centro de Argentina. Revista Chilena de Historia Natural. 75: 327- 337.
64. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2011. Anuario estadístico agropecuario 2011. Montevideo. 146 p.
65. Milchunas, D. G.; Sala, O. E.; Lauenroth, W. K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. American Naturalist. 132: 87-106.
66. _____.; _____. 1993. A quantitative assessment of the effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. Ecological Monographs. 63: 327-366.
67. Milligan, K.; Brookes, I. M.; Thompson, K. F. 1987. Feed planning on pasture. In: Nicol, A. ed. Livestock feeding on pasture. Auckland, New Zealand Society of Animal Production. pp. 75-88 (Occasional Publication no. 10).

68. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, FUCREA. 199 p.
69. _____.; Berretta, E.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Bemhaja, M.; San Julián, R.; Risso, D.; Mieres, J. 1998a. Estudios de la selectividad de ovinos y vacunos en diferentes comunidades vegetales de la región de Basalto. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 257-286 (Serie Técnica no. 102).
70. _____.; San Julián, R.; De Mattos, D.; Rios, M. 1998b. Impacto del manejo de la condición corporal al parto sobre productividad de ovejas Corriedale. Anuario Sociedad de Criadores Corriedale 1998: 94-102.
71. _____.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Montevideo, INIA. 108 p. (Serie Técnica no. 113).
72. Moojen, E. L.; Maraschini, G. E. 2002. Potencial productivo de una pastagem nativa de Rio Grande do Sul submetida a niveles de oferta de forragem. *Ciência Rural* (Santa María). 32(1):127-132.
73. Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, España, CYTED/ORCYT/UNESCO/SEA. 86 p.
74. Morley, F. H. W. 1974. Manejo planta animal y producción animal. Pastoreo controlado. In: James, B. J. F. ed. Utilización intensiva de pasturas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp. 87-96.
75. Mostacedo, B.; Fredericksen, T. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. (en línea). Santa Cruz, Bolivia, BOLFOR. 87 p. Consultado may. 2018. Disponible en https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/41288408/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1528229139&Signature=olJIm%2BsNUOPc4gOhtpJuX8UHeYM%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DMANUAL_DE_METODOS_BASICOS_DE_MUESTREO_Y.pdf

76. Mott, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *In*: International Grassland Congress (8th, 1960, Reading). Proceedings. Reading, Berkshire, England, University of Reading. pp. 606 - 611.
77. Nai-Bregaglio, M.; Pucheta, E.; Cabido, M. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 613-623.
78. Newman, M. C.; Unger, M. A. 2003. *Fundamentals of Ecotoxicology*. Boca Ratón, Lewis. 458 p.
79. Norbis, H.; Gaggero, C.; Formoso, D. 2001. Invernada de corderos pesados SUL sobre mejoramientos extensivos de pasturas. *In*: Utilización y manejo de mejoramientos extensivos con ovinos. Montevideo, SUL. pp. 48-65.
80. Olmos, F. 1992. Aportes para el manejo de campo natural. Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 20).
81. _____. 1997. Efectos climáticos sobre la productividad de las pasturas en la región Noreste. Montevideo, INIA. 22 p. (Boletín de Divulgación no. 64).
82. Pearson, C. P.; Ison, R. L. 1987. Vegetative growth. *Agronomy of Grassland Systems*. 1: 28-47.
83. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; L'huillier, P. J. 1987. Intake of pasture by grazing ruminants. *In*: Nicol, A. ed. *Livestock feeding on pasture*. Wellington, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-63 (Occasional Publication no. 10).
84. Pucheta, E.; Cabido, M. 1992. Comunidades de pastizales serranos del centro de Argentina y su relación con el uso pastoril. *Phytocoenologia*. 21: 333 - 346.
85. _____.; _____.; Díaz, S.; Funes, G. 1998. Floristic composition, biomass, and aboveground net plant production in grazed and protected sites in a mountain grassland of central Argentina. *Acta Oecologica*. 19: 97-105.

86. Risso, D.; Morón, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre cristalino. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Memorias. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 205-230.
87. _____.; Berretta, E.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la región de Cristalino. In: Risso, D. F.; Montossi, F. eds. Mejoramientos de campo en la región de cristalino. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 3-32 (Serie Técnica no. 129).
88. Robson, M. J.; Parsons, A. J.; Williams, T. E. 1989. Herbage production: grasses and legumes. In: Holmes, W. ed. Grass: its production and utilization. Worcester, The British Grassland Society. pp. 7-88.
89. Rodríguez, C.; Leoni, E.; Lezama, F.; Altesor, A. 2003. Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *Journal of Vegetation Science*. 14: 433 - 440.
90. Rossengurtt, B.; Gallinal, J. P.; Aragone, L.; Campal, E. F. 1939. La variabilidad de la composición de las praderas. *Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos*. 11(3): 28 - 33.
91. Rovira, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 3 - 58.
92. Sala, O. E.; Oesterheld, M.; León, R. J. C.; Soriano, A. 1986. Grazing effects upon plant community structure in subhumid grasslands of Argentina. *Vegetation*. 67: 27-32.
93. Saldanha, S. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. Frecuencia de las defoliaciones. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 72-83 (Serie Técnica no. 151).

94. Salles, J. 2002. Métodos de control integrado de las parasitosis gastrointestinales: manejo del pastoreo con criterio parasitario. In: Jornada Técnica sobre Parasitosis Gastrointestinales de los Ovinos: situación Actual y Avances de la Investigación. Investigación (2002, Santa Bernardina, Durazno, UY). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 23 - 26 (Actividades de Difusión. no. 299).
95. Shannon, C.; Weaver, W.; Wiener, N.; Von Bertalanffy, L. 1949. General Systems Theory: a Critical Review. *The Mathematical Theory of Communication*. 7: 1-20.
96. Sheath, G. W.; Rattray, P. V.; Smeaton, D. C. 1987. Influence of pasture quantity on intake and production of sheep. In: Grazing-lands Research at the Plant-animal Interface (4th., 1987, Morrilton). Proceedings. Morrilton, Winrock International. pp. 33-43.
97. _____. 1994. Pasture management. In: Langer, R. H. M. ed. Pastures: their ecology and management. Auckland, Oxford University. pp. 197-240.
98. Smith, R. L.; Smith, T. M. 2001. Ecology and field biology. San Francisco, Benjamin Cummings. pp. 12 - 55.
99. Sosinski, E.; De Patta, P. 2004. Respostas de tipos funcionais de plantas à intensidade de pastejo em vegetação campestre. *Pesquisa Agropecuaria do Brasil*. 39 (1):1-9.
100. Stuth, J. W.; Brown, J. R.; Olson, P. D.; Araujo, M. R.; Aljoe, H. D. 1987. Effects of stocking rate on critical plant-animal interactions in arotationally grazed *Schizachyrium-Paspalum* savanna. In: Grazing-lands Research at the Plant-animal Interface (4th., 1987, Morrilton). Proceedings. Morrilton, Winrock International. pp. 115 - 139.
101. Thompson, K. F.; Poppi, D. P. 1994. Livestock production from pasture. In: Langer, R. H. M. ed. Pastures: their ecology and management. Auckland, Oxford University. pp. 263-283.
102. Vallentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, Academic Press. 533 p.

103. Van Soest, P. J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant: ruminant metabolism, nutritional strategies, the cellulolytic and the chemistry of forages and plant fibers. Ithaca, New York, Cornell University. 373 p.
104. Voisin, A. 1963. Productividad de la hierba. Madrid, Tecnos. 499 p.
105. Watkin, B. R.; Clements, R. J. 1978. The effects of grazing animals on pastures. In: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Sidney, Australia, Commonwealth Scientific and industrial Research Organisation (CSIRO). pp. 273-289.