

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA FRECUENCIA DE PASTOREO SOBRE
LA PRODUCTIVIDAD DE UN CAMPO NATURAL**

por

Alvarito ARMÚA ROSA

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2013**

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Edison Silveira

Fecha: 8 de noviembre de 2013

Autor: _____

Alvarito Armúa Rosa

AGRADECIMIENTOS

- En primer lugar a mi director de tesis el Ing. Agr. Ramiro Zanoniani por todo el apoyo prestado durante toda la realización de este trabajo.

- A todos los funcionarios del laboratorio de pasturas de la estación experimental Dr. Mario A. Cassinoni. Facultad de Agronomía Paysandú.

- A toda mi familia principalmente a mi madre, mi hermano y a mi padre qué si bien ya no está con nosotros; fueron los que me impulsaron a poder llegar a completar este logro.

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>	2
2.1 GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA.....	2
2.2 FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN.....	 6
2.2.1 <u>Temperatura</u>	7
2.2.2 <u>Intensidad lumínica</u>	9
2.2.3 <u>Precipitación</u>	11
2.2.4 <u>Suelo</u>	12
2.3 BIOLOGÍA DE LAS PLANTAS FORRAJERAS.....	14
2.3.1 <u>Conceptos básicos</u>	14
2.3.2 <u>Puntos de crecimiento</u>	15
2.3.3 <u>Área foliar</u>	16
2.3.4 <u>Sustancias de reserva</u>	19
2.4 MANEJO DEL PASTOREO.....	20
2.4.1 <u>Frecuencia de defoliación</u>	24
2.4.2 <u>Intensidad de defoliación</u>	29
2.4.3 <u>Métodos de pastoreo</u>	32
2.4.3.1 Pastoreo continuo.....	32
2.4.3.2 Pastoreo rotativo.....	35
2.4.3.3 Pastoreo racional o controlado.....	38
2.4.3.4 Pastoreo diferido.....	39
2.4.3.5 Pastoreo restringido.....	41
2.4.3.6 Pastoreo mecánico.....	41
2.5 EFECTOS INTRÍNSECOS DEL ANIMAL SOBRE LA PASTURA....	41
2.5.1 <u>Pastoreo selectivo</u>	41
2.5.2 <u>Pisoteo</u>	45
2.5.3 <u>Deyecciones</u>	45
2.6 PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	46
2.7 CALIDAD DE FORRAJE.....	49
2.7.1 <u>Digestibilidad</u>	51
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	54
3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....	54

3.1.1	<u>Lugar y período experimental</u>	54
3.1.2	<u>Descripción del sitio experimental</u>	54
3.1.3	<u>Tratamientos</u>	55
3.2	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	55
3.2.1	<u>Altura del disponible y el remanente</u>	56
3.2.2	<u>Porcentaje de utilización</u>	56
3.2.3	<u>Producción de forraje</u>	57
3.2.4	<u>Composición botánica</u>	57
3.3	HIPÓTESIS.....	57
3.3.1	<u>Hipótesis biológicas</u>	57
3.3.2	<u>Hipótesis estadísticas</u>	58
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	58
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	59
4.1	DATOS METEOROLÓGICOS.....	59
4.2	FORRAJE DISPONIBLE/REMANENTE Y ALTURAS.....	62
4.3	PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN.....	65
4.3.1	<u>Porcentaje de utilización del disponible</u>	65
4.3.2	<u>Porcentaje de utilización del crecimiento</u>	68
4.3.3	<u>Forraje desaparecido</u>	72
4.4	PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	75
4.5	COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	80
4.5.1	<u>Especies estudiadas</u>	80
4.5.1.1	Espece <i>Stipa setigera</i>	80
4.5.1.2	Espece <i>Festuca arundinacea</i>	84
4.5.1.3	Espece <i>Paspalum quadrifarium</i>	87
4.5.1.4	Espece <i>Paspalum notatum</i>	90
4.5.1.5	Espece <i>Paspalum dilatatum</i>	93
4.5.1.6	Espece <i>Paspalum urvillei</i>	96
4.5.2	<u>Relación gramínea /leguminosas</u>	99
4.5.3	<u>Tipos vegetativos</u>	103
4.5.4	<u>Ciclos vegetativos</u>	105
4.5.5	<u>Tipos productivos</u>	109
4.5.6	<u>Malezas enanas</u>	111
4.5.7	<u>Malezas de campo sucio</u>	114
4.5.8	<u>Restos secos</u>	117
4.6	CONSIDERACIONES FINALES.....	120
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	121
6.	<u>RESUMEN</u>	122
7.	<u>SUMMARY</u>	123
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	124
9.	<u>ANEXOS</u>	141

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje (kg MS ha ⁻¹ según zona topográfica y frecuencia de pastoreo; 1990 – 2000.....	49
2. Contenido relativo de PC (%) en forraje disponible y regresiones estacionales del % PC con el periodo de descanso.....	50
3. Parámetros de calidad de forraje de campo natural sobre la Unidad Alférez acumulado en otoño bajo diferentes manejos de defoliación; promedio de 3 años.....	51
 Figura No.	
1. Plano.....	55
2. Registro de precipitaciones durante el periodo experimental y el promedio histórico para el periodo (1980 – 2009).....	59
3. Registro de temperaturas medias durante el periodo experimental y la media histórica durante el periodo 1980 – 2009.....	60
4. Forraje disponible por tratamiento medido en kg ha ⁻¹ MS y altura del mismo medida en cm.....	62
5. Forraje remanente por tratamiento medido en kg ha ⁻¹ MS y altura del mismo medida en cm.....	63
6. Utilización del forraje disponible por zona topográfica según tratamiento medido en porcentaje (%)......	65
7. Utilización del forraje disponible en el Total según tratamiento medido en porcentaje (%)......	67

8. Utilización del crecimiento en la Ladera Alta, Ladera Media y Bajo, medido en porcentaje (%).....	68
9. Utilización del crecimiento promedio en el Total de los tratamientos medido en porcentaje (%).....	70
10. Forraje desaparecido por zona topográfica (Ladera Alta, Media y Bajo) medido en kg ha^{-1} MS durante todo el periodo de estudio.....	72
11. Forraje desaparecido total por tratamiento medido en kg ha^{-1} MS.....	74
12. Producción de forraje por zona topográfica medido en kg ha^{-1} MS durante el periodo experimental.....	75
13. Producción de forraje total por tratamiento medido en kg ha^{-1} MS.....	78
14. Producción de forraje total por tratamiento medido en kg ha^{-1} MS.....	80
15. Evolución de la especie <i>Stipa setigera</i> durante primavera en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).....	81
16. Evolución de la especie <i>Stipa setigera</i> durante el periodo en estudio en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).....	82
17. Evolución de la especie <i>Festuca arundinacea</i> durante invierno en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).....	84
18. Evolución de <i>Festuca arundinacea</i> durante primavera en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).....	85
19. Evolución de la especie <i>Festuca arundinacea</i> durante el periodo de estudio en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).....	86
20. Evolución de la especie <i>Paspalum quadrifarium</i> durante invierno en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).....	87

21. Evolución de la especie <i>Paspalum quadrifarium</i> durante primavera en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	88
22. Evolución de la especie <i>Paspalum quadrifarium</i> durante el periodo de estudio en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	89
23. Evolución de la especie <i>Paspalum notatum</i> durante invierno en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	90
24. Evolución de la especie <i>Paspalum notatum</i> durante primavera en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	91
25. Evolución de la especie <i>Paspalum notatum</i> durante el periodo de estudio en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	92
26. Evolución de la especie <i>Paspalum dilatatum</i> durante invierno en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	93
27. Evolución de la especie <i>Paspalum dilatatum</i> durante primavera en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	94
28. Evolución de la especie <i>Paspalum dilatatum</i> durante el periodo de estudio en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	95
29. Evolución de la especie <i>Paspalum urvillei</i> durante invierno en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	96
30. Evolución de la especie <i>Paspalum urvillei</i> durante primavera en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	97
31. Evolución de la especie <i>Paspalum urvillei</i> durante el periodo de estudio en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	98
32. Evolución promedio de la relación Gramínea/Leguminosa durante el (invierno) calculada en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	99

33. Evolución promedio de la relación Gramínea/Leguminosa durante la (primavera) calculada en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	100
34. Evolución promedio de la relación Gramínea/Leguminosa durante el periodo de estudio, calculada en kg de MS ha ⁻¹ y en porcentaje (%).....	101
35. Evolución de la relación Cespitosas/Postradas durante el invierno.....	103
36. Evolución de la relación Cespitosas/Postradas durante la primavera.....	104
37. Evolución de la relación Cespitosas/Postradas durante el periodo de estudio.....	105
38. Evolución de la relación Invernales/Estivales durante el invierno medido en porcentaje (%).....	106
39. Evolución de la relación Invernales/Estivales durante la primavera medido en porcentaje (%).....	107
40. Evolución de la relación Invernales/Estivales durante el periodo de estudio medido en porcentaje (%).....	108
41. Variación de los tipos productivos promedio por zona topográfica durante el invierno.....	109
42. Variación de los tipos productivos promedio por zona topográfica durante la primavera.....	110
43. Evolución de las malezas enanas durante el invierno medido en porcentaje (%).....	111
44. Evolución de las malezas enanas durante la primavera medido en porcentaje (%).....	112
45. Evolución promedio de las malezas enanas durante el periodo de estudio medido en porcentaje (%).....	113
46. Evolución de las malezas de campo sucio durante el invierno medido en porcentaje (%).....	114

47. Evolución de las malezas de campo sucio durante la primavera medido en porcentaje (%).....	115
48. Evolución promedio de las malezas de campo sucio durante el periodo de estudio medido en porcentaje (%).....	116
49. Evolución de los restos secos durante el invierno medido en porcentaje (%).....	117
50. Evolución de los restos secos durante la primavera medido en porcentaje (%).....	118
51. Evolución promedio de los restos secos durante el periodo de estudio medido en porcentaje.(%).....	119

1. INTRODUCCIÓN

El campo natural en el Uruguay es uno de los principales recursos forrajeros ya sea por la extensión que ocupa el mismo, por el volumen de aporte de forraje que aporta a la dieta de los animales, como así también por ser el más económico para la producción agropecuaria. A pesar de ello no es tenido en cuenta con la importancia que debería tener para lograr un uso adecuado, debido a que es expuesto sistemáticamente a períodos de sobre pastoreo y sub pastoreo generado por cargas excesivas o periodos de reposos inadecuados, lo que provoca bajas ganancias individuales, no siendo compatible con los niveles de producción que exige el mercado.

El manejo inadecuado de las pasturas naturales provocado por un desconocimiento del comportamiento de las mismas o por una presión de la producción ha llevado a una gran pérdida de recursos; principalmente una gran variedad especies nativas de alto valor forrajero y adaptabilidad a las condiciones de la región. Este fenómeno se da generado por una mayor apetecibilidad de algunas especies provocado por un mayor valor nutritivo, las cuales son las más desfavorecidas por el pastoreo sin control provocando al final su desaparición.

El perjuicio sobre el tapiz producto el pastoreo genera áreas de suelo descubierto que son ocupados por especies invasoras; malezas de bajo valor nutritivo, en muchos casos toxicas que compiten con las especies de valor forrajero causando importantes cambios en los nichos que se ven reflejado luego en los potenciales de producción.

Con el fin de dar un giro a esta tendencia, se ha generado y se continúa logrando información producto de la investigación que confirma la gran potencialidad que tiene el campo natural. Dentro de este marco el manejo del pastoreo es una de las principales variables que puede acarrear grandes cambios en cualquier explotación ganadera, ya que permite al productor intervenir en forma importante en la productividad sin realizar grandes gastos adicionales.

De lo antes expuesto surge el objetivo de este trabajo, el mismo consiste en evaluar la producción y el comportamiento de las diferentes especies presentes frente a diferentes frecuencias de pastoreo (20, 40, 60, 80 días) para invierno y primavera respectivamente.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 GENERALIDADES DE LA PRODUCCIÓN FORRAJERA

Los pastizales constituyen un recurso renovable, por lo que es necesario usarlos de manera sostenible. Están formados por un conjunto de factores complejos e interrelacionados entre sí, de índole ecológica, social, productiva, económica e incluso, éticos. Por esto, en la producción ganadera, basadas en pastos y forrajes, el sujeto más importante desde el punto de vista biológico, económico y social, es el resultado de la combinación equilibrada de todos los factores que intervienen en el complejo suelo-planta-animal-hombre y que se define como un ecosistema de pastos. En él influyen y se relacionan todos los factores que determinan la producción, utilización y permanencia del pasto. Se diferencian de otro ecosistema por el suelo o clima donde se explotan, por los insumos que se destinan al suelo o el animal, por el propósito con que se explotan y por la forma en que el hombre los maneja (Lok, 2010).

La vegetación del Uruguay se puede considerar predominantemente herbácea, con una variedad de especies que cambian su frecuencia y sus hábitos morfo-fisiológicos según las condiciones geológicas, edáficas, topográficas y de manejo a las cuales son sometidas (Berreta, 1996).

En el contexto de esta gran diversidad florística existen características comunes a las pasturas naturales.

a) Baja proporción de leguminosas

b) Baja relación de gramíneas invernales y estivales que favorecen generalmente a las estivales (Carámbula, citado por Zanoniani et al., 2012).

c) Por otra parte, los suelos en los cuales se apoyan son moderadamente ácidos y poseen contenidos bajos de nutrientes, limitando seriamente su productividad (Zamalvide, 1998).

Esas tres características determinan una escasa producción invernal, en promedio 380 kg MS/ha (Boggiano et al., 2005), y baja calidad del forraje ofrecido en primavera-verano (Carámbula, citado por Zanoniani et al., 2012). Al mismo tiempo, el pastoreo con una carga constante de ovinos, vacunos y equinos, ha provocado la degradación y la consecuente disminución de la productividad de las pasturas naturales fundamentalmente en invierno (Carvalho et al., 2011).

La importancia económica del campo natural, radica en ser desde los comienzos de la ganadería la base forrajera sobre la cual se sustenta la pecuaria nacional. La relevancia de los sistemas productivos de base pastoril a cielo abierto, queda reflejado en la importancia relativa de las superficie de las pasturas (85,5%) en el país, siendo que el total de 16.419.683 hectáreas el 71,1% son campos naturales y 11,5 % pasturas sembradas o mejoramientos de campo (Boggiano, 2003).

Las pasturas naturales son la base alimenticia que sustenta la mayor parte del sistema pastoril, siendo uno de los recursos productivos más importantes del país y que se debe salvaguardar. El estudio de las pasturas naturales de la región no ha sido jerarquizado en la medida de su importancia relativa. La toma de conciencia acerca de la existencia de un problema forrajero en el país, se produce en la década del 30 (Debellis et al., 1995).

El principal componente del tapiz según Del Puerto, citado por Debellis et al. (1995) son las gramíneas, las cuales alcanzan a un número cercano a 400 especies. Completando este grupo se encuentra una cantidad pequeña de leguminosas y un conjunto elevado de malezas. El componente gramíneas esta constituidos por dos grupos fundamentales: especies invernales (tipo C3) y especies estivales (tipo C4), que consideran los periodos productivos e improductivos, los cuales corresponden a los de actividad y reposo respectivamente, debiéndose tener en cuenta que en otoño y primavera la mayoría de las especies más importantes están activas.

Ambos grupos se encuentran mezclados en proporciones variables de suelo a suelo, potrero a potrero y metro a metro, lo que da una idea de la complejidad del tapiz natural y su manejo (Rosengurt, 1943).

En esas comunidades vegetales predominan gramíneas de bajo y mediano porte, ciperáceas y dicotiledóneas, integradas por compuestas, leguminosas y numerosas familias que aparecen en menor frecuencia (Rosengurt 1943, 1946, Millot et al.1987, Berretta 1998).

Este conjunto de especies de tapiz bajo con plantas arbustivas herbáceas y pajizas, integran un complejo ecosistema con marco, micro y meso organismos cuyo importante rol es aún poco conocido (Milot et al., 1987).

Según Rosengurt (1979), nuestro disclímax pastoril, con predominio de gramíneas adaptadas al pastoreo, es el resultado del efecto del pastoreo sobre una vegetación arbustiva y sub-arbustiva con pastos altos, que existían antes de la introducción de la ganadería por Hernandarias en 1614.

Los cambios producidos por la ganadería bajo pastoreo libre, han sido muy variable a través del tiempo en términos de presión de pastoreo y relación lanar / vacuno. Desde la introducción los ganados, el pastoreo determinó que se establecieran comunidades vegetales en estados de equilibrios dinámicos, variables con las intensidades de utilización y con las especies de herbívoros que utilizan la pradera natural. La heterogeneidad de especies, hábitos de crecimiento y ciclos anuales, establecen nuevos equilibrios con las condiciones de los suelos y el clima, pudiendo reaccionar frente a variaciones en el manejo de los pastoreos (Boggiano, 2003).

El sobrepastoreo ejercido por los animales en plena crisis invernal sobre las especies invernales más productivas y los excesos primaverales estivales, ha conducido por efectos sucesivos y acumulativos a pasturas predominantemente primavera-estivo-otoñal. Esta menor producción invernal es explicada, además de las bajas temperaturas, por la disminución y desaparición de especies de ciclo invernal muy apetecidas y seguidas por el ganado, tales como: *Bromus auleticus*, *Poa lanígera* y *Stipa setigera*, (Carámbula, citado por Zanoniani, 2009).

Solo en las últimas décadas se empieza a tomar conciencia de los riesgos de los efectos de la explotación desmedida de los recursos naturales y sus consecuencias sobre el ambiente y la calidad de vida en el planeta. En el caso de las pasturas naturales, su conservación depende de la agregación del valor de otros servicios prestados que normalmente no son considerados. La preservación y calidad del agua, de los suelos, del paisaje, de los aspectos culturales y otros, no son valorados, quedando únicamente la renta originada de la venta de los productos animales como remuneración al productor. Y esa renta es baja pues el manejo a que están sometidas esas pasturas no les permite expresar su potencial productivo. Esto es consecuencia de un abordaje equivocado por parte de la investigación que solo recientemente ha adoptado una postura más analítica y explicativa de los procesos conducentes a la producción de forraje y al comportamiento de los animales en pastoreo, en sustitución del abordaje tradicional productivista (Nabinger et al., 2009).

Esta gran abundancia de especies de tipo C4 (estivales) en las pasturas del país sería provocada por la razón de que estas plantas usan más eficientemente el nitrógeno y el agua que las especies del tipo C3 (invernales) y en consecuencia poseen una mayor adaptación a suelos de baja fertilidad y riesgo de sequía. Presentando los suelos más fértiles y profundos una distribución estacional más equilibrada, con una entrega invernal de forraje relativamente superior a la de los suelos pobres lo que confirmaría lo antes expuesto (Rosengurt, 1946).

Si tenemos en cuenta que según lo aportado por Rosengurtt (1946), Carámbula (1996) las especies invernales (C3) brotan luego de las primeras lluvias de otoño, adquieren vigor desde abril y su crecimiento invernal depende de la intensidad de las temperaturas bajas, pudiendo llegar a crecer hasta con temperaturas de 5 - 10 °C, siendo su óptimo 20 °C; aunque presentan lozanía frente a las heladas. Su máximo crecimiento se produce en primavera, floreciendo desde septiembre hasta noviembre pero reducen el mismo al mínimo en verano. Su producción en esta época depende de la intensidad del reposo, delimitado fundamentalmente por la humedad (Rosengurtt, citado por Carámbula, 1996). Siendo los géneros de gramíneas invernales más destacados: *Agrostis*, *Briza*, *Bromus*, *Chascolytrum*, *Danthonia*, *Hordeum*, *Lolium*, *Melica*, *Piptochaetium*, *Poa*, *Stipa* y *Vulpia* (Carámbula, 1996). En este caso como es una pastura restablecida hay presente una gramínea implantada (*Festuca arundinacea*) la cual según Carámbula (2002), presenta un buen desarrollo 15 a 20 °C.

Según Rosengurtt (1946), Carámbula (1996), las especies estivales (C4) brotan con los calores primaverales, adquieren vigor desde octubre hasta diciembre y crecen en verano según la disponibilidad de humedad, presentando lozanía durante las sequías normales. Florecen desde octubre hasta abril, ofrecen su máxima producción en otoño y reducen su crecimiento con las temperaturas frías y heladas, deteniendo su crecimiento a 15 °C y teniendo un óptimo en 30 - 35 °C, siendo su reposo invernal definido y completo. Entre los principales géneros de gramíneas estivales deben citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Botriochloa*, *Bouteloua*, *Chloris*, *Coelorachis*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Schizachyrium*, *Setaria* y *Sporobolus*, (Carámbula, 1996).

Por su parte el total de leguminosas se encuentra agrupado en los siguientes géneros: *Adesmia*, *Astragalus*, *Desmanthus*, *Galactia*, *Lathyrus*, *Lupinus*, *Medicago*, *Melilotus*, *Ornithopus*, *Phaseolus*, *Poiretia*, *Rhynchosia*, *Stylosanthes*, *Trifolium* y *Vicia*, (Carámbula, 1996). Si bien el número de géneros parece ser importante, su frecuencia es muy baja, por lo que su contribución a la producción de forraje ofrece en casi todos los casos valores mínimos (Rosengurtt, 1946).

Según Carámbula (1977) la producción de forraje a lo largo del año varía de acuerdo a cambios que se producen en la población de macollas, tanto en el número como en el estado de desarrollo de las mismas, por lo que al proyectar los diferentes métodos de explotación de una pastura se debe tener en cuenta en forma especial ambos aspectos. El número de macollas por unidad de superficie es el primer componente del rendimiento; quedando en segundo

lugar el peso por macolla el cual aumenta a medida que se desarrollan nuevas hojas durante el ciclo vegetativo.

La cobertura vegetal de los campos brinda otros beneficios de difícil valoración en términos monetarios, de gran importancia para los humanos. Los campos naturales son la cobertura natural que protege nuestro territorio de la pérdida de suelo y fertilidad por efectos de la erosión. Aseguran la existencia de cursos de agua limpios, evitando la contaminación de ríos y arroyos con partículas de suelo en suspensión. Reducen el escurrimiento superficial de la lluvia, favoreciendo la percolación del agua que alimenta los acuíferos. Las praderas naturales contribuyen a mantener la composición atmosférica mediante el secuestro de carbono, absorbiendo metano y reduciendo las emisiones de óxido nitroso; contribuyendo a disminuir el efecto invernadero (Boggiano, 2003).

Una pérdida de difícil valoración es la reducción de la biodiversidad, agravado por la ausencia de estudios que cuantifiquen y que caractericen con detalle la funcionalidad ambiental y utilidad de lo que tenemos. La heterogeneidad de ambientes de praderas naturales existentes en nuestro territorio, asociadas a las condiciones de paisaje, suelos, clima y manejo, aseguran la existencia de una amplia variedad de especies y ecotipos asociados a esa heterogeneidad temporoespacial (Boggiano, 2003).

2.2 FACTORES AMBIENTALES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN

Los sistemas de producción agropecuarios del Uruguay se ubican en una de las regiones más importantes de producción de alimentos del mundo. Por ello es importante cuantificar el efecto de la variabilidad del clima sobre dichos sistemas y considerar escenarios posibles de cambio climático (Bettolli et al., 2010).

En un primer abordaje se puede admitir que los únicos factores del medio que no pueden ser modificados en la escala agronómica son la radiación y la temperatura. En la ausencia de otras limitaciones, la primer variable representa la oferta del medio y la segunda determina la demanda, una vez que el factor que comanda la morfogénesis. Todos los demás factores como nutrientes, agua etc., son posibles de ser manipulados a través de las prácticas agronómicas (Nabinger, 1997).

Los factores ambientales no solamente afectan la producción sino que hacen que la composición botánica de los campos naturales sea heterogénea y variable de acuerdo al área geográfica del país (Olmos 1992, Boggiano et al. 2002), el tipo de suelo (Rosengurt 1943, 1979, Millot et al. 1987, Berretta 1988,

Olmos 1992, Boggiano et al. 2002, Boggiano 2010) y con las prácticas de manejo de los potreros en los establecimientos (Rosengurt 1943, 1946, 1979, Millot et al. 1987, Olmos y Gordon 1990). Existe la tendencia de mantenerse una mayor diversidad de especies en las pasturas naturales, en la medida que la acción antrópica es menor (Olmos, 1990).

Según Nabinger et al. (2009) conocer las respuestas de las distintas plantas forrajeras a las variables ambientales no controlables es el primer paso para definir su potencial productivo. Eso presupone una etapa en donde los factores controlables (agua y nutrientes) estén disponibles en niveles óptimos. De esa forma se podrá modelizar las respuestas morfogenéticas (tasa de elongación de hoja, tasa de elongación de macollo o estolón y longevidad de la hoja) de diferentes genotipos a variaciones en las condiciones de temperatura, radiación solar y fotoperiodo para explicar las variaciones en la velocidad de acumulación de forraje, la cual debe dictar el ritmo de utilización por los animales. Pero esas variables también determinan la formación del índice de área foliar en conjunto con las variables estructurales de la planta (número de hojas vivas por macollo, densidad de macollos y tamaño final de hoja).

Con respecto al clima se debe destacar que la región presenta condiciones que no tienen homologas en el mundo. En tal sentido, se trata de una región de transición entre los ambientes templado y sub-tropical, bastante indefinida y con características tan específicas que permite afirmar que no existe un clima concreto sino simplemente un estado del tiempo (Carámbula, 1996).

La presentación de cambios diarios bruscos en las temperaturas y la ocurrencia de periodos impredecibles de sequía y excesos de humedad, entre otros, convergen en forma concluyente a definir estas situaciones. No obstante la predominancia de gramíneas perennes que se registra en estos suelos indica en forma clara que las presiones climáticas no son muy intensas y que no son periódicas sino variables (Carámbula, 1996).

Los tipos vegetativos difieren en fisonomía, composición de especies y las relaciones que existen entre ellas. Los cambios en la estructura de la biomasa están dados por elevación, pendiente, suelo, clima y por la intensidad y frecuencia del pastoreo de las especies vegetales que la componen (Chávez et al., citados por Herrera et al., 2011).

2.2.1 Temperatura

La acción de la temperatura sobre los parámetros morfológicos del crecimiento foliar dependen de un determinismo genético. En regla general, el

efecto de la temperatura sobre la elongación de las hojas es más importante (respuesta exponencial) de que la velocidad de aparición (respuesta lineal). De esto resulta que el componente total de hojas aumenta con la temperatura (Lemaire, citado por Nabinger, 1997).

Los vegetales son asiento de infinidad de procesos biológicos de tipos bioquímico (respiración), físico (transpiración) o morfo-genético (formación y alargamiento de órganos). La velocidad de esos procesos depende de múltiples factores, como la nutrición mineral o el estado hídrico del vegetal. Sin embargo, la temperatura es la señal ambiental primaria que gradúa la demanda del programa morfo-genético y la oferta del sistema de asimilación (Guillet, 1984).

El número de macollos por planta o por unidad de área está determinado por la tasa y la estacionalidad de la aparición y muerte de macollos. La tasa de macollos es muy dependiente de la temperatura. Este aumento es principalmente un subproducto de un incremento en la tasa de aparición de hojas y del consiguiente aumento en la producción de yemas axilares. Para el caso de gramíneas forrajeras de origen templado, la estacionalidad de los procesos de aparición y muerte de macollos es muy marcada y altamente sincronizada (Briske, 1991).

Al analizarse la duración de las hojas (vida media) parámetro morfo-fisiológico determinante en el flujo de crecimiento y el flujo de senescencia. El número máximo de hojas vivas por macolla es una constante genotípica independiente de la temperatura. Esto indica que el efecto simultáneo de la temperatura sobre la velocidad de surgimiento de hojas y sobre la duración de vida se da en una relación relativamente constante: Toda aceleración en la velocidad de surgimiento se acompaña de una disminución equivalente de su duración. Los mecanismos de senescencia foliar pueden ser, en ciertas situaciones de déficit hídrico o de nitrógeno, relativamente acelerados independiente de los mecanismos de crecimiento foliar, lo que puede conducir a ligera modificación del número máximo de hojas por macolla (Nabinger, 1997).

Las proyecciones de temperatura en contextos de cambio climático brindan elementos para suponer mejores condiciones de competencia para las especies tropicales respecto a las especies templadas. Debido a que los mayores aumentos de temperatura se verificarían en el semestre más cálido del año las especies tropicales tendrían condiciones favorables desde más temprano y durante mayor tiempo respecto a la situación histórica (Bettolli et al., 2010).

2.2.2 Intensidad lumínica

La relación R/RL sirve como señal para indicar el grado de cobertura del suelo por las plantas y la densidad de hojas. La modificación de la calidad de luz percibida en la base de las plantas, causada por una absorción diferencial de R o RL por parte de las hojas, aparece como un mecanismo importante para regular la propagación vegetativa de una pastura. Mantener una pastura realizando una intercepción completa de luz reduce el macollaje y lleva una disminución en la densidad de macollos, por otro lado la defoliación más severa promueve el macollaje manteniendo la calidad y el vigor (Deregibus et al., citados por Zanoniani, 2009).

En una pastura o comunidad vegetal, la luz incidente no se recibe de todas direcciones por cada integrante, sino que ocurre un mutuo sombreado y competencia por dicha fuente de energía, que afectara las posibilidades de crecimiento de la pastura como un todo. Los principales factores involucrados son: el ángulo de elevación solar, tipo de radiación en cuanto a directa o difusa, densidad de follaje, su estructura y características de absorción de luz, así como alteraciones de esas relaciones por el clima, nutrición mineral, defoliación, etc (Rhodes y Stern, 1978).

La producción de materia seca de pasturas en crecimiento activo, está limitada por la utilización de la luz, dado que el efecto más importante de la intensidad de la luz, está en relación de la tasa fotosintética (Ludlow, citado por Debellis et al., 1995).

Según Wilson et al., Blesky, citados por Zarza (2002) el efecto benéfico de la sombra bajo la canopia de los árboles es atribuido al aumento de la actividad microbiana y de las lombrices de tierra en los estratos más superficiales, los cuales se encuentran más fríos y mantienen por más tiempo la humedad del suelo luego de una lluvia, comparado con la situación de pleno sol. En la zona cercana al tronco del árbol se produce un incremento del nitrógeno del suelo, que puede atribuirse al mayor sombreado, y a un déficit hídrico levemente mayor que en el resto de la canopia, esto determina las diferencias registradas en el crecimiento de la pastura, y un aumento en el contenido de la planta, comparado con zonas intermedias entre árboles.

Olmos et al., citados por Zarza (2002) afirma en base a trabajos donde se evaluó el rendimiento de especies forrajeras bajo distintas densidades poblacionales de *Eucalyptus*, donde los resultados confirman una disminución en el rendimiento de algunas especies, a partir del segundo año de implantación del monte, siendo éstas mayores a densidades crecientes.

Según Mathew et al., citados por Saldanha et al. (2010) en pastoreos con carga intermitente, la adaptación morfológica ocurre cuando toda la luz ha sido interceptada, es el final de un proceso de competición por luz.

Las características de la pradera determina el IAF que es el factor que más influye en la intercepción de luz y por lo tanto la dinámica de rebrote de la pradera. Cambios en la intensidad de la luz incide en el canopi, el IAF se puede modificar por características morfo génicas como la tasa de elongación de hojas y tasa de macollaje, consecuentemente puede cambiar alguna característica estructural de la pastura, como la densidad de tallos y el tamaño de las macollas (Deregibus, citado por Chapman y Lemaire, 1993).

La densidad de macollas es ligada a la velocidad de surgimiento de hojas porque cada nueva hoja es acompañada de una nueva macolla potencial (yema axilar) cuyo desarrollo depende del nivel de iluminación en la base de la cobertura vegetal, por lo tanto del índice foliar (Nabinger, 1997).

La tasa de acumulación neta de biomasa es máxima cuando se alcanza el mayor IAF, como las hojas en las capas inferiores de la cubierta están sombreadas por debajo de su punto de compensación, la luz incidente no cubre los requerimientos para que no haya una pérdida neta de carbono a través de estas hojas, a través de la respiración. Las hojas sombreadas finalmente mueren mientras que otras hojas pasan a la capa de sombra y pasar debajo del punto de compensación de luz, el rendimiento máximo se alcanza cuando las tasas de producción bruta de los tejidos son igualadas por las tasas de muerte del tejido y no hay acumulación neta de los resultados de la biomasa. Este marco teórico llevó a la creencia de que la acumulación de materia seca de una pastura puede ser maximizada, si los pastos se les permite volver a crecer a más allá de la IAF óptimo cuando las tasas de acumulación neta de forraje primero comienzan a caer, y se realizó deshoje a un punto justo debajo de la óptima IAF por encima del cual tasa de acumulación neta se aproxima a un máximo (Chapman y Lemaire, 1993).

El efecto general de una reducción de la cantidad de luz interceptada se traduce en un cambio en la distribución de materia seca en la planta y en el desarrollo, aumenta la distancia intermodal, se reduce el peso de la planta, el tamaño de las raíces y vástagos en general y la ramificación de leguminosas (Ludlow, citado por Debellis et al., 1995).

El manejo del factor lumínico es entonces un elemento de vital importancia en el rendimiento y persistencia de una pastura. Es claro entonces que un determinado manejo de la defoliación estará, entre otros, fijando un valor de luminosidad interceptada, y consecuentemente estará determinado

para cada especie en particular y cada mezcla en términos generales, condiciones favorables o adversas para la expresión del rendimiento y en el largo plazo, su estabilidad y persistencia (Leconte, 1986).

2.2.3 Precipitación

Durán (1985), sostiene que desde el punto de vista agro-climatológico, el régimen hídrico de un territorio no puede caracterizarse solamente en base a la precipitación, ya que depende también de la evaporación, infiltración, escurrimiento y capacidad de almacenaje de agua de los suelos. No obstante ello, la precipitación es indiscutiblemente un parámetro esencial del clima, ya que en último término es por muy lejos la fuente de agua más importante para el suelo.

La irregularidad de las precipitaciones tanto en periodicidad como en intensidad se manifiesta en sequías e inundaciones que pueden ocurrir en distintas estaciones del año, determinando problemas en la producción de las pasturas. La evapotranspiración potencial anual varía entre 1350 mm a 1250 mm, con los máximos en diciembre y enero y los mínimos en junio (Berreta et al., 1998).

Dado que los estratos superiores del suelo son los primeros en secarse, y dado que es en ellos donde se encuentra la mayor proporción de nutrientes, las reducciones detectadas en crecimiento aéreo frente a condiciones de sequía pueden deberse tanto a un efecto directo de la misma como a deficiencias en la nutrición mineral (los minerales no están disponibles por estar seco el horizonte más fértil, Jones, 1988).

Uno de los factores que afecta más la producción primaria es la precipitación media anual, Pianka (1982) considero un amplio rango de ecosistemas encontró una respuesta positiva y lineal de la productividad primaria al incrementarse la precipitación anual hasta valores cercanos a los 1.300mm.

En Rio Grande del Sur, Brasil Da Mota et al. (1981) utilizaron un índice climático de crecimiento para pasturas naturales, encontraron un buen ajuste con los valores reales de producción de forraje. El índice predice el comportamiento vegetal en relación a la radiación solar, la temperatura media y el régimen hídrico. Usando 30 años de información climática el índice presento un comportamiento de 34% indicando por lo tanto que esta también afectaría el crecimiento de las pasturas.

En Uruguay son pocos los trabajos que relacionan la producción de las pasturas naturales con el clima, Miller et al. (1985) evaluando la producción de carne sobre cristalino determinaron que la ganancia diaria de peso de los animales estaba directamente relacionada con las precipitaciones; Gomes de Freitas et al. (1985) determinaron que la producción de forraje tenía una relación directa con la temperatura e inverso con el déficit hídrico.

Bettolli et al. (2010) en base a un análisis de una serie de años le permitió cuantificar la elevada sensibilidad de la pastura a la oferta hídrica durante el otoño, que al analizarse en términos de su variabilidad se diferenció significativamente de la primavera como estación intermedia. Existieron aspectos que caracterizaron mejor el otoño, a saber, una mayor variabilidad interanual de la lluvia asociado al agotamiento del agua del suelo en la estación precedente. Este aspecto contribuye a explicar la disminución de la tasa de crecimiento de la pastura natural en otoño, atribuido a la disminución de la temperatura característica de esta época, que sin embargo a nivel medio es superior a la de la primavera.

César (1991) en regiones de sabanas húmedas encontró que la productividad de las pasturas estaba relacionada al clima, su variación interanual, la repartición de las lluvias, el suelo y su situación topográfica, y el estado de degradación de la sabana.

Resultados similares encontraron Daget et al. (1991) en Senegal donde en una sábana pastoreada casi la totalidad de la variación en el porcentaje de recubrimiento de las especies era explicada por la variación respecto a la media de las precipitaciones.

Por su parte Olson et al. (1985), determinaron que los cambios en los porcentajes de cobertura basal se podrían predecir en relación a las precipitaciones y la intensidad de pastoreo. La variación en la respuesta estaba relacionada en cada caso a las especies de la comunidad.

2.2.4 Suelo

En cuanto a suelos, la diversidad de texturas, profundidades y niveles de fertilidad no sólo afectan la productividad sino que también modifican el balance entre especies y por lo tanto la distribución estacional. Teniendo en cuenta que la mayoría de los suelos de la región son ácidos, de reducida fertilidad y expuestos a excesos y carencias de humedad, las especies predominantes son de crecimiento estival. Esto lleva a una gran estacionalidad de la producción y si bien en los suelos más fértiles y profundos hay una mejor producción forrajera invernal, de todos modos está limitada en todos los casos el comportamiento animal.

También se debe tener en cuenta que en las áreas de ganadería extensiva el contenido de fósforo asimilable de los suelos es muy bajo e insuficiente no solo para permitir el desarrollo de poblaciones adecuadas de leguminosas, sino también para cubrir los requerimientos de los animales por este nutriente (Carámbula, 1996).

En base a un experimento realizado con ovinos Jaurena et al. (2011) expresan que la variable tipo de suelo explica la mayoría de las diferencias en la composición botánica, mientras que la respuesta al incremento de la carga animal fue de menor magnitud. La respuesta de la vegetación frente al incremento de la carga de animales fue diferente según el tipo de suelo. En Litosoles negros el incremento de la carga provocó la sustitución de gramíneas perennes cespitosas de ciclo invernal por especies postradas, mientras que en Litosoles rojos este cambio fue menor. En los Litosoles negros, en los niveles de carga animal evaluados existen dos estados alternativos de la vegetación caracterizados por la dominancia de gramíneas cespitosas y postradas. En cambio, en los Litosoles rojos en ambas cargas dominaron especies postradas.

Tomando como referencia particular los campos naturales de suelos pesados del litoral, Brunosoles Eutricos Típicos de textura limo arcillosas/francas, superficiales/moderadamente profundo. Como suelos accesorios ocurren en los quiebres de pendiente los Litosoles Eutricos Melánicos limosos/francos. Muchas de las áreas con estos suelos netamente pastoriles, fueron en el pasado integrados a los sistemas con agricultura (Boggiano, 2003). Sobre estos suelos los campos naturales presentan una vegetación de parque de espinillo y algarrobos, con pradera invernal, donde son frecuentes especies finas y tiernas de ciclo invernal como *Bromus auleticus*, *Stipa setigera*, *Stipa hyalina*, *Stipa megapotamica* *Piptochaetium stipoides*, *Piptochaetium bicolor* y estivales como *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum* y *Setaria vaginata*. Las especies invernales como *Bromus auleticus* y *Stipa setigera* se hacen más dominantes en la medida que el suelo presente mejor drenaje interno y mayor fertilidad natural. Las pasturas naturales de estos campos, presentan una alta capacidad de respuesta frente a mejoras del manejo del pastoreo, aumentando su producción invernal con el aumento de los periodos de descanso (Boggiano et al., 2002), si bien las fluctuaciones climáticas tienen mayores efectos que el manejo en la producción de forraje.

Según Lezma et al. (2006) indican que tres de las seis comunidades descritas en su trabajo, presentan mayor cobertura de gramíneas estivales que invernales, mientras que las restantes tres comunidades presentan proporciones semejantes de estos grupos. Si bien no contamos con una estimación de la importancia relativa de cada comunidad en la región en ningún

caso estos datos respaldan la caracterización del basalto superficial como compuesto por praderas invernales.

2.3 BIOLOGÍA DE LAS PLANTAS FORRAJERAS

2.3.1 Conceptos básicos

Una pastura es una entidad dinámica sujeta a grandes cambios dependientes de factores internos dados por la constitución genética de las plantas, de factores externos ambientales que afectan los procesos fisiológicos de las mismas y de la interacción de ambos efectos (Carámbula, 1977).

Según Raymond, citado por Carámbula (1977) afirma que su producción y utilización consiste en un proceso biológico que comprende tres etapas fundamentales.

1. Conversión por las plantas de luz, agua y nutrientes en materiales energéticos y proteínas.
2. Manejo del cultivo para que el animal disponga de la máxima cantidad de forraje con el mejor valor nutritivo.
3. Conversión del forraje consumido por los animales en carne, lana y leche. Muchas veces este proceso es deficiente en algunas de las citadas etapas, provocando que los resultados obtenidos no sean los deseables.

Debido a esto la necesidad de fijar normas de manejo para contribuir a que dicho proceso se realice exitosamente requiere el conocimiento de ciertos aspectos morfológicos y fisiológicos tales como:

- a) Ubicación y estado de los puntos de crecimiento.
- b) Área foliar.
- c) Sustancias de reserva.

La composición botánica de una pastura puede ser un factor relevante en el comportamiento de animales a pastoreo. Las diferentes especies presentes en un tapiz, así como la relación entre las mismas, será un factor determinante del rendimiento total y estacional de forraje, así como de la manera en que este es afectado por el pastoreo (Millot et al., citados por Debellis et al., 1995).

La producción de pasturas consiste esencialmente en la conversión mediante la energía solar del CO₂ atmosférico, nutrientes y agua en forraje. El factor climático básico que limita la producción es el aporte estacional de energía solar, pero en la práctica la utilización de la energía solar puede en sí misma estar limitada por otros factores climáticos tales como la temperatura, estrés hídrico, y por la escasez de nutrientes del suelo, particularmente nitrógeno (Cooper y Tainton, citados por Zanoniani, 2010).

Si bien es cierto que sólo el 45 % de la energía es utilizable para la realización de la fotosíntesis, alcanzar este valor va a depender de las posibilidades de desarrollar una cobertura vegetal que permita interceptarla (Zanoniani, 2010).

2.3.2 Puntos de crecimiento

Dentro de los cambios que se producen en el desarrollo de los macollos, uno de los aspectos cuyo conocimiento es básico para el manejo de las plantas forrajeras, es la altura a la cual se encuentra sus puntos de crecimiento en las diferentes épocas del año (Carámbula, citado por Debellis et al., 1995).

El punto de crecimiento, meristemo, yema o ápice, es el centro de actividad principal y en él son determinados tanto el número de órganos productivos como su tipo (hoja, macolla, inflorescencia) y en cierto grado su tamaño final; así como no solamente provee una fuente de células para la producción de nuevos tejidos, sino que provee también sustancias estimulantes u hormonas que regulan el desarrollo de las plantas (Carámbula, 1977).

Sharman, citado por Carámbula (1977) hace referencia que el tamaño del punto de crecimiento el cual es determinado por el número de primordios foliares presentes varía con las especies, pero es constante para macollas de igual edad y bajo condiciones ambientales similares.

Debido a estas razones dentro de los cambios que se producen en el desarrollo de las macollas, uno de los aspectos cuyo conocimiento es básico para el manejo de plantas forrajeras, es la altura a la cual se encuentran sus puntos de crecimiento en las diferentes épocas del año; teniendo en cuenta siempre que ellos se pueden encontrar a diferentes alturas de acuerdo con la especie, la época del año, el hábito de crecimiento, etc., y que las plantas podrán mostrar un comportamiento diferencial a la defoliación de acuerdo a la altura a la cual se realice el pastoreo (lanar , vacuno) o el corte (diferentes maquinas cosechadoras). Otro aspecto importante es conocer el momento en el cual los puntos de crecimiento pasan del estado vegetativo al reproductivo (iniciación floral). Desde que este acontecimiento ocurre es quizás uno de los

más destacados en la vida de una planta, tiene fundamental importancia en el manejo de las especies tanto para la producción de forraje como de semilla (Carámbula, 1977).

La tasa a la cual el área foliar se restablece luego de una defoliación, es función del número, tipo y localización de meristemas de la planta (Briske 1991, Caldwell 1991).

El crecimiento ocurre más rápidamente a partir de meristemas intercalares (de hoja), seguidos por primordios foliares desarrollados y menos rápidamente desde las yemas axilares. Sin embargo, las yemas axilares aseguran la perennidad de los cultivos por su capacidad de producir nuevos macollos en contraste a la limitada actividad de los meristemas intercalares, que permiten el crecimiento del fitómetro únicamente (Davies, 1988).

En un experimento realizado por Saldanha et al. (2010), en las mayores ofertas de forraje (OF) hubo mayor reposición (menor competencia por carbohidratos con la producción de láminas) y/o mayor sobrevivencia de macollos, determinando la inexistencia de cambios significativos en el número de macollos.

2.3.3 Área foliar

Desde el punto de vista de la pastura, el rebrote luego de una defoliación, será el resultado de factores de importancia variables de acuerdo a características de las diferentes especies que la componen: uno es el área foliar remanente y el segundo es el nivel de sustancias de reservas (Milot et al., 1987).

Carámbula (1977) hace referencia a la capacidad que posee una pastura para producir materia seca, dependiendo de la disponibilidad de nutrientes y agua, pero fundamentalmente del grado de explotación que haga de la radiación solar a través de sus hojas.

Según algunos estudios realizados por Carámbula, citado por Debellis et al. (1995), el término índice de área foliar, es la relación entre el área de hojas y el área cubierta de suelo por ellas y expresa precisamente la densidad de hojas de una determinada pastura.

Para las pasturas en condiciones vegetativas Champal y Lemaire, citados por Nabinger (1997), definirán tres condiciones morfo-génicas que serían las más importantes y las más influenciadas directamente por las

condiciones del ambiente: la tasa de aparición, y la tasa de elongación y duración de vida de las hojas.

Donal y Black (1958) expresan que a medida que el índice de área foliar aumenta, crece la intercepción de luz por las hojas, hasta un valor crítico llamado índice de área foliar óptimo, en el que el proceso de fotosíntesis es máximo debido a que la cantidad de follaje es suficiente como para prevenir pérdidas de energía pero no tanto como para que las hojas basales sean parásitas.

Una vez alcanzado el IAF óptimo, la pastura crece a su máxima tasa aumentando el IAF más allá del valor óptimo. Esto resulta en que algunas especies muestran una disminución de la tasa de crecimiento hasta hacerse nula, no registrándose un aumento posterior en el rendimiento de materia seca por hectárea (Langer, 1970).

De acuerdo con Nabinger (1997), la velocidad de aparición de hojas es el parámetro morfológico más determinante de las características estructurales de una pastura. La duración de vida de las hojas determina el número máximo de hojas vivas sobre una macolla, lo que permite determinar dos características esenciales de la dinámica de crecimiento de una pastura después de un corte:

- La duración de la fase corte-inicio de la senescencia foliar.

- La máxima cantidad de biomasa viva acumulada.

A manera de completar el concepto referido anteriormente Millot et al. (1987), sugieren que el crecimiento de una pastura es más acelerado cuando mayor es la biomasa acumulada, hasta interceptar el 95-100 por ciento de la energía solar incidente (IAF óptimo). Por encima de este punto, la presencia de hojas en la parte superior del tapiz resulta de un aumento del sombreado de los estratos inferiores que se tornan paulatinamente más ineficientes además, por la presencia de hojas viejas y/o muertas. Esto puede resultar en una estabilización e incluso caída en la tasa de crecimiento, cuando se alcanzan los altos valores de índice de área foliar – relación entre área de las hojas de una pastura y área de suelo que la misma ocupa.

De acuerdo con Brougham (1956) en invierno es posible realizar pastoreos con intervalos menores, pues el IAF óptimo es más bajo que en otras épocas del año. Asimismo intervalos menores impiden no solo un menor sombreado por los estratos superiores sino que además existen pérdidas menores de hojas por muerte y descomposición de los estratos inferiores; en

verano por el contrario, intervalos mayores permitirán alcanzar una más alta producción.

El manejo de pastizales para maximizar la acumulación de forraje a través del tiempo, requiere de que toda o casi toda la luz que cae sobre el pasto sea interceptada por el material de hojas fotosintéticamente activa durante los períodos de crecimiento activo. Cuanto mayor sea la IAF (área de la hoja en el canopy dividido por el área de suelo) de una pastura mayor es la proporción de radiación incidente interceptada por el follaje, y durante el rebrote el pasto aumenta la tasa de crecimiento hasta el punto de 95-100% de luz interceptada (Chapman y Lemaire, 1993).

Teniendo presente que el rebrote luego de una defoliación será el resultado de dos factores de importancia variable de acuerdo a características concerniente de cada especie en particular que compone el tapiz: uno es el área foliar remanente y el segundo es el nivel de sustancias de reservas (Millot et al., 1987).

Siendo de mayor importancia el área foliar remanente en periodos críticos como los de verano. En esta época no solo ocurren déficit de humedad en el suelo, sino que estos son acompañados por altas temperaturas (Colby y Drake, citados por Carámbula, 1977).

Algo que hay que tener muy presente, que va estar determinando el área foliar optima de entrada a pastorear es el filocron; y a pesar de que el mismo sea relativamente constante para un determinado genotipo en un determinado ambiente, es considerable la variación entre especies y cultivares, que necesita ser conocida para que este indicador pueda ser usado en las decisiones de manejo o comparación de materiales; y o en estudios de efectos de tratamiento que afecten el crecimiento. Tampoco se debe de perder de vista a otros factores que afectan el filocron tales como temperatura, vernalización, fotoperiodo, calidad e intensidad de la luz (Nabinger, 1997).

El aumento del crecimiento luego de una defoliación está relacionado con la superficie foliar remanente, esta superficie se determina por la intensidad de la defoliación y fundamentalmente por el tipo de crecimiento de la especie (erecto o rastrero). Si bien el efecto causado por las defoliaciones varía con las intensidades de defoliación, también es cierto que este efecto varía entre gramíneas y leguminosas. Estando ambos factores íntegramente relacionados ya que la acumulación de sustancias de reservas depende del proceso de fotosíntesis y este a su vez de la superficie foliar (Carámbula, 1977).

En condiciones donde el crecimiento no es limitante, el potencial de rebrote de una pastura está determinado con la velocidad de emisión de hojas. El tamaño de las hojas es igualmente determinado por la velocidad de aparición. La duración del periodo de elongación de una hoja es inversamente proporcional a su velocidad de elongación (Nabinger, 1997).

2.3.4 Sustancias de reserva

Estas sustancias son compuestos orgánicos sintetizados por las plantas, almacenados por ciertos periodos en órganos más perdurables (raíces, bases de tallos, estolones y rizomas) y mantenidos en formas capaces de ser utilizados posteriormente por las plantas para cumplir sus funciones vitales. Los azúcares, fructosas y almidón son las sustancias de reserva más importantes, a pesar de que la hemicelulosa y aun la celulosa también pueden cumplir esta misión; así mismo las proteínas también podrían actuar como sustancias de reserva (Carámbula, 1977).

Dichas sustancias cumplen un importante papel en la sobrevivencia de las plantas perenes. Plantas capaces de almacenar grandes cantidades de carbohidratos son más aptas para sobrevivir durante periodos desfavorables, (Carámbula, 1977), también relacionaron la cantidad de reserva en plantas con la sobrevivencia al invierno; al igual demostraron que plantas con bajos niveles de reserva eran más susceptibles a deficiencias hídricas.

Una parte de los productos de fotosíntesis se utiliza para el crecimiento de los diferentes órganos, una segunda parte para satisfacer los requerimientos de fisiológicos (respiración, etc.) y finalmente el resto se acumula como sustancias de reserva. De ahí entonces, que un exceso del nivel de sustancias se debe a un crecimiento no realizado. En cada macolla las hojas en crecimiento utilizan todas las sustancias sintetizadas, comenzando recién a translocarse los excedentes a los puntos en crecimiento y hojas en desarrollo, cuando la expansión de la hoja esta por completarse (Carámbula, 1977).

En las especies anuales todas las sustancias nutritivas se van acumulando en la región de los entrenudos del tallo alargado y en la inflorescencia con la finalidad de contribuir con el llenado del grano. En las especies perennes se produce una disminución de las sustancias de reserva a medida que avanza el desarrollo de las macollas fértiles; llegando a su punto máximo en el momento de la espigazón; produciéndose cambios en esta dinámica cuando se está bajo régimen de pastoreo o cortes, donde las sustancias que durante el crecimiento vegetativo se acumulan según las especies, en raíces, rizomas, estolones o base de los tallos, van en aumento y una vez que se produce la defoliación, estas reservas disminuyen al movilizarse

hacia las partes en de crecimiento (desarrollo y crecimiento de nuevas hojas) y como sustrato para respiración (Carámbula, 1977). Cuanto más frecuente e intensa sea la defoliación menor área foliar remanente poseerá una pastura y menos sustancias se podrán acumular con sus consiguientes perjuicios. Por consiguiente, si la planta es defoliada de tal forma que el área foliar remanente es lo suficiente amplia como para proveer de sustancias a los órganos en desarrollo (hojas y macollas), el rebrote se realizara en buen grado independiente de las sustancias de reserva y estas no serán disminuidas en forma apreciable.

La recuperación luego de una defoliación ha sido correlacionada con el nivel de carbohidratos de reserva. Diferencias en este aspecto entre especies de plantas, sujetas a diferentes tipos de defoliación, o una misma planta en diferentes periodos del año han sido generalmente usados para explicar la susceptibilidad a la defoliación (Caldwell, 1991).

May, citado por Carámbula (1977) sostiene que para proveer energía para el rebrote, son suficientes cantidades moderadas de sustancias de reserva y no existe evidencia de que haya un efecto adicional cuando los niveles de las mismas son altos.

Una alta capacidad de rebrote en el tapiz se asociará a un manejo de defoliación que permita mantener la pastura en estado vegetativo con un nivel elevado de reservas orgánicas, así como un área foliar suficiente como para que la fotosíntesis se cumpla de manera eficiente y sin carga de hojas envejecidas (Millot et al., 1987).

Desde otro punto de vista según un análisis que realiza Nabinger (1997) el cual tiene en cuenta que la planta cumple con un programa morfo-génico que establece un orden de prioridades para el carbono fijado a través de la fotosíntesis. Donde en la misma acumulación de reservas aparece como la última prioridad. Por lo tanto es de suponer que en condiciones ambientales que maximicen el crecimiento de la parte aérea no habrá acumulo de reservas y que esto ocurriría cuando las condiciones no fueran favorables para el máximo desarrollo foliar, como ocurre en condiciones de deficiencia hídrica moderada o con temperaturas por debajo del óptimo.

2.4 MANEJO DEL PASTOREO

El manejo del pastoreo resulta ser el factor biótico de mayor importancia y el mismo incide fundamentalmente de forma terminante en el estado de las pasturas naturales. Se debe enfatizar que un adecuado manejo debe buscar un equilibrio dinámico entre las especies que contribuyen la pastura a través de la

eficiencia de supervivencia de las mejores plantas forrajeras (estabilidad) y la constancia de rendimientos especialmente en las épocas críticas (productividad). El buen manejo de las pasturas naturales depende en primer término de la posibilidad de reducir la superficie de los potreros (Carámbula, 1996).

En la medida que un sistema agropecuario se va intensificando, aumenta el grado de subdivisión ya que se hace necesario un mínimo de potreros para: apartar categorías animales, dividir lotes de una misma categoría si son muy numerosos, separar áreas de suelo de diferente potencial productivo (Milot et al., 1987).

La situación de potreros demasiado grandes ha llevado a pastoreos desuniformes constatándose áreas tanto recargadas como con sobrante de forraje. Por otra parte, la distribución de aguadas permanentes y montes de abrigo y sombra muchas veces es inapropiada (Berretta, 1996).

A medida que aumenta la carga la ganancia de peso de los animales decrece a causa de una menor selectividad del forraje y a una menor disponibilidad de materia seca. Este efecto se manifiesta en forma notable por encima del nivel óptimo. Sin embargo la producción por hectárea aumenta y el rendimiento más alto se logra con ganancias individuales menores a las determinadas por la capacidad genética del animal. Este aspecto es de primerísima importancia ya que el grado óptimo de utilización de una pastura se lograra reduciendo el consumo individual pero aumentando el consumo total (Campbell, 1966a, 1966b).

Observando desde otra óptica; la de la pastura Milot et al. (1987) afirman que en términos generales el estado general de conservación de la región biogeográfica uruguaya es vulnerable, presentando síntomas claros de degradación genética por pérdida de especies y/o ecotipos, invasión de especies foráneas (cardos, gramilla) y edáfica, debido al pastoreo excesivo del ganado y la conversión de hábitat naturales para la actividad agrícola. El grado de degradación genética no es homogéneo a atreves de las diferentes regiones ganaderas, siendo el menor en la región de basalto y aumentando con la intensidad de la intervención agrícola y ganadera de las regiones.

Otro patrón a tener en cuenta es que frente a una menor lozanía de las especies invernales, consecuencia del sobrepastoreo, esto condiciona una rápida respuesta a un cambio en el manejo del pastoreo (descansos) que compensen y minimicen los efectos de bajas ofertas de forraje (Zanoniani et al., 2011).

Cuando la intensidad de uso de las comunidades se incrementa las mismas reaccionan en forma similar independiente de su localización. Esto se refleja por cambios en la composición botánica con un incremento de la producción de especies anuales, rastreras y mayor porcentaje de suelo desnudo al incrementarse la presión de pastoreo (César 1991, Fuls et al. 1991, Zhu et al. 1991).

Existen otros estudios dentro de la región de las praderas del Río de la Plata que muestran distintas respuestas a los efectos del pastoreo, evidenciando que no existe un único patrón. Así por ejemplo, si bien 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, Sala 1988, Rusch y Oesterheld 1997, Altesor et al. 1998, Chaneton et al. 2002, Rodríguez et al. 2003). En un seguimiento de 9 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.

Altesor et al. (2005a), al realizar un estudio obtuvieron como resultado en parcelas pastoreadas una mayor riqueza de especies y diversidad que el área excluida de pastoreo. El pastoreo como resultado dio la sustitución de algunas especies de estación fría, por gramíneas cespitosas, pastos postrados de estación cálida. La producción primaria neta (ANPP) fue 51% mayor en pastoreo que en el área excluida del mismo, pero el pastoreo simulado-parcelas dentro del área excluida, fueron el tratamiento más productivo, un 29% más alto que las parcelas pastoreadas. A partir de estos resultados, dos componentes por efecto del pastoreo pueden ser postulados para este pastizal. El componente estructural como resultado mayor ANPP, probablemente debido a la eliminación de la biomasa muerta. El componente de la composición de especies resultando en menor ANPP, esto probablemente puede estar debido al cambio hacia estación cálida, fenología y hábito postrado.

A partir de un estudio de composición florística y diversidad luego de 55 años de pastoreo ininterrumpido en el establecimiento Palleros, Cerro Largo, se pudo observar que si bien la riqueza de especies aumento de manera significativa el remplazo de las mismas disminuyó notablemente su calidad forrajera. En 1935 el 79% de las especies registradas pertenecían a la familia Poaceae, mientras que en 1990 éstas alcanzaban sólo el 48% de las especies registradas (Gallinal et al. 1938, Altesor et al. 1998). El tipo de especies que se incrementaron fueron hierbas con crecimiento de roseta, arbustos o gramíneas

postradas, todas ellas con algún tipo de mecanismo físico, químico o de forma de crecimiento para evadir la herbivoría.

En el estudio sucesional realizado en cinco parcelas de campo natural de Cerro Largo, se detectó que los cambios más importantes en la comunidades ocurrieron en las primeras etapas de la sucesión inducida por la exclusión de pastoreo, o sea en los dos o tres primeros años después de realizada la clausura (Rodríguez et al., 2003). Se midieron las diferencias en la composición florística entre distintas fechas de muestreo a través de una medida de distancia (Bray - Curtis). De esta manera se constató que entre los dos primeros años las diferencias de composición alcanzaron un 60% aproximadamente, o sea que en dos años ocurrió el mayor remplazo de especies. Esta observación es muy importante en términos de su posible aplicación para el diseño de estrategias de manejo ya que significa que el remplazo de las especies forrajeras más importantes se produce en un periodo muy corto de tiempo.

La respuesta interacciona con otras variables como el fuego, la realización de cultivos, el tipo de suelo, la topografía, la humedad disponible en el suelo y su nivel de fertilidad (Díaz 1989, Pillar et al. 1989, Olmos y Gordon 1990).

Además de la composición botánica, el cambio en las comunidades puede determinarse a través de la producción de las diferentes formas de vida presentes, fundamentalmente las especies de hábito de crecimiento erecto y las de hábito de crecimiento rastrero. Cuando se incrementa la carga animal predominan especies rastreras *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*, en cambio al disminuir la carga animal por hectárea predominan especies como *Andropogon lateralis*, *Schizachyrium paniculatum*, *Coelhorachis selloana* (Maceira y Verona 1984, Neto Goncalvez y Girardi-Deiro 1986, Berreta et al. 1990, Olmos 1990, Roldan-Ruiz y Fernández-Ales 1991).

Otro aspecto que se modifica en las comunidades es su forma de respuesta al impacto por la utilización, Detling et al. (1986), Mcnaughton (1986), Sala et al. (1986), Díaz (1989) detectaron cambios en la estructura y morfología de las plantas presentando hojas más pequeñas, plantas enanas, ecotipos mas postrados de la misma especie, así como cambios en la distribución vertical del forraje. La forma de respuesta es también un reflejo de la interacción del impacto de uso con la fenología reproductiva de cada especie, (Whalley y Lodge 1986, Hodgkinson y Terpstra 1989) afectando por lo tanto su tasa de renovación en la comunidad.

Según Crawley, citado por Montossi et al. (2000) el sobrepastoreo no provoca una disminución en el número de especies presentes, sino una

sustitución de ellas, aumentando las malezas invasoras y enanas, disminución de las gramíneas lo que llevaría a una pérdida de calidad del pastizal.

El manejo integrado de pasturas como herramienta para la conservación y promoción de la biodiversidad, puede generar importantes beneficios económicos, ecológicos y ambientales constituyéndose en una importante herramienta de conservación, ya que los beneficios económicos y facilidades derivados de esa utilización puede generar incentivos para que las personas los conserven (Boggiano, 2003).

Los posibles manejos de la pastura pueden tener influencia considerable sobre la composición botánica, rendimiento y calidad del forraje. Aunque al implementar un manejo el rendimiento es importante, no se lo debe priorizar sobre otros aspectos de la productividad, dado que el rendimiento alto puede ser un beneficio a corto plazo obtenido a expensas de la supervivencia de las plantas valiosas, o también de la calidad del forraje (Hunt, 1969).

La producción de forraje y la variabilidad estacional nos define el cálculo de carga animal que deberíamos de considerar para facilitar el comportamiento animal, sin deteriorar el recuso (Heitschmidt y Taylor 1993, Heitschmidt y Walker 1997).

Dentro del limitado número de combinaciones entre tiempos de ocupación, descansos, y en función de que potreros se tienen en un establecimiento, existen dos situaciones que abarcan en su totalidad a los diferentes sistemas de utilización con sus variantes: continuos y controlados. Si pastoreo continuo se define como aquel que nunca permite descansos totales en las pasturas, los pastoreos controlados son por el contrario todos aquellos manejos en los cuales se destina cierto tiempo para la recuperación de la pastura o para la recuperación del forraje o diferimiento del mismo con una finalidad específica. Dentro de estos últimos existe un sistema más complejo que comprende una serie de potreros menores cuya utilización es escalonada (Millot et al., 1987).

2.4.1 Frecuencia de defoliación

Relacionado al número de pastoreos o cortes (frecuencia de cosecha), a pesar de que cada especie posee un periodo de crecimiento limitado, cuanto mayor es el número de ellos, o sea la frecuencia, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto más baja la producción de forraje de cada uno de ellos (Carámbula, 1977).

En pasturas formadas por varias especies, a menudo se obtienen rendimientos más altos con cortes severos y frecuentes, que en pasturas puras. La defoliación favorece a la especie más postrada, como consecuencia de un mejor aprovechamiento de la luz. La frecuencia al igual que también la intensidad de la defoliación debe ser dirigida en forma tal que mediante el manejo, podamos mantener las especies en las proporciones adecuadas, asegurando la producción en la estación siguiente o la obtención del máximo rendimiento en determinada época. Aquí el crecimiento de cada especie en relación a las otras y el compromiso de alcanzar el mejor ambiente local favorable para cada una de ellas, son factores igualmente importantes para las consecuencias fisiológicas inmediatas a la defoliación (Langer, 1970).

La respuesta de cada especie no es independiente de la reacción de otras, Formoso (1991), trabajando sobre suelos de basalto medio identificó dos grupos de especies que poseen una estrecha correlación entre si dentro de cada grupo, pero no con las especies del otro grupo. El primer grupo está integrado por: *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides* y *Coelorachis selloana*. Toda decisión operativa que incremente a una, favorecerá a las restantes dada la alta asociación entre ellas. Por consiguiente el aumento de la frecuencia de estas especies se traducirá como una recuperación de la comunidad y una respuesta positiva a la técnica de manejo aplicada.

Por otro lado el grupo de especies conformado por: *Andropogon ternatus*, *Bothriochloa laguroides*, *Eustachis bahiensis*, *Paspalum plicatulum* y *Panicum milioides*, poseen una estrecha relación entre sí pero no con las anteriores, el incremento de una de estas especies traerá aparejado el incremento de las restantes y dado que la mayoría no son buenas forrajeras no sería aconsejable utilizar como índice las que sí lo son (*Panicum milioides*) porque la calidad productiva del conjunto es bastante baja (Berreta et al., 1990).

Además de la composición botánica, el cambio de las comunidades puede determinarse a través de la proporción de las diferentes formas de vida presentes, fundamentalmente especies de hábito erecto y las de hábito de crecimiento rastrero. Cuando se incrementa la carga animal predominan especies rastreras como *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*; en cambio al disminuir la carga animal predominan especies como *Andropogon lateralis*, *Schizachirium paniculatum* y *Coelhorachis selloana* (Berreta et al., 1990).

Resultados de un experimento llevado a cabo por Campbell (1966) indican que para obtener el rendimiento máximo, es más importante someter a la pastura a un pastoreo intenso (mínimo rastrojo), y preservando al mismo tiempo un intervalo prolongado entre periodos de pastoreo.

Zanoniani (2012) con base a estudios en aplicaciones de N y oferta de forraje diferencial; expresa que en *Stipa setigera* se encontró una mayor densidad de plantas en los tratamientos con bajos niveles de N y de OF, lo que podría responder a una moderada capacidad de competencia inicial en ambientes intensamente pastoreados siempre y cuando existan bajos niveles de fertilidad. En ambientes más pobres encontraría una vegetación menos densa y menos competitiva, permitiendo la instalación de nuevas plantas, favorecida por su sistema de dispersión por sus frutos, lo que fomentaría la idea de su capacidad de colonizadora temprana en ambientes altamente disturbados.

Una muy alta frecuencia de pastoreos determina una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, lo que origina menor producción de forraje y rebrotes más lentos. Disminuciones marcadas de las reservas conllevan al debilitamiento de la planta, a mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades y a la muerte (Formoso, 2000).

Evaluando tres años de experimentación Cardozo, citado por Saldanha (2005), considera que las mayores diferencias en tratamientos debidas a la composición botánica de los mismos se registraron durante el primer año, tal vez como consecuencia de las inusuales condiciones ambientales (estrés hídrico y bajas temperaturas), diferenciándose claramente los más frecuentes (20 y 40 días entre pastoreos) de los más aliviados; siendo más semejantes las pasturas de estos últimos tratamientos. En los años siguientes los tratamientos 40 y 60 días entre pastoreo son los tapices que se diferencian más de los tratamientos extremos, y concluye que no existe una tendencia estable asociada a los tratamientos.

Respecto al efecto de la frecuencia de defoliación sobre la calidad de esta pastura Mérola y Rodríguez (1985) reporta que los tratamientos con pastoreos aliviados favorecen la mayor contribución de pastos duros y ordinarios, en tanto que tratamientos frecuentes a intermedios (20 a 60 días de reposo) favorecen la contribución de pastos finos y tiernos. El mayor índice de valor cultural de la pastura se observó con pastoreos cada 60 días y el menor con alivios de 80 días.

Según estudios relevados por Ayala y Bermúdez (2005) la frecuencia de defoliación afectó significativamente los rendimientos en todos los años evaluados así como el total acumulado. A medida que se extiende el periodo de descanso desde 30 a 90 días la producción de materia seca se incrementó en todos los casos. Las frecuencias más extendidas (120 días) mostraron niveles de acumulación de materia seca similares que intervalos de 90 días en dos de los 5 años, superiores en 1 año e inferiores en otros 2 años y en el total

acumulado en los 5 años. Se destaca que luego de los 90 días de intervalo entre cortes los efectos del sombreado y envejecimiento de la pastura son los procesos dominantes afectando un balance positivo en términos de la acumulación neta de forraje.

También se evidenció una tendencia a aumentar la relación gramíneas invernales/ gramíneas estivales, cuando los manejos son más laxos en invierno y primavera temprana (80 días) y más frecuentes en verano (20/40 días), aunque en esta última estación la respuesta en estos últimos años ha dependido del balance hídrico en dicha estación (Rosengurtt, citado por Boggiano et al., 2005).

En relación a la tasa de crecimiento diaria, en base a distintos tratamientos Zunino y Baptista (1989) concluyen que esta fue superior en los cortes mensuales y que en aquellos casos donde esta relación no se confirma se debe a que los tratamientos de corte bimensual y estacional posibilitaron una recuperación de la pastura frente a condiciones adversas.

Si bien en cuanto a productividad anual el corte mensual se manifestó muy favorable su efecto sobre el mantenimiento de las especies no sería tal, puesto que al disminuir marcadamente la floración trae como consecuencia la posible extinción de las mismas, lo que implica una cierta degradación del campo. Balanceando ventajas y desventajas de los tratamientos los autores Zunino y Baptista (1989) consideran conveniente que el periodo de descanso sea de 30 a 70 días, corroborando lo planteado como probable por Meirelles y Riani (1988).

El mayor rendimiento relativo de las pasturas sometidas a periodos prolongados de descanso, comparado con pasturas sometidas a periodos de descanso cortos o a un pastoreo continuo se debe a que las plantas tienen la oportunidad de reaprovisionar sus reservas en el primero de los manejos (Langer, 1981).

Por el contrario si los periodos de reposo son demasiado largos el crecimiento de la pastura también se reduce. La falta de luz en la base de los macollos disminuye el macollaje, y las hojas viejas residuales son fotosintéticamente menos activas. El sombreado que realizan los pastos altos puede disminuir la frecuencia de las especies estoloníferas (gramillas) y leguminosas presentes, con lo que el tapiz tiende a abrirse y perder densidad, siendo ocupados los espacios libres por malezas de mediano porte (Methol, 1989).

Según Valentine (1990) un manejo de pastoreo óptimo evita repetir, severas defoliaciones de forraje o tallos individuales sin un periodo de recuperación.

Dentro de la serie de efectos que la defoliación provoca debemos mencionar la incidencia sobre los cambios ocurridos en la cantidad de forraje verde/seco, el área de suelo descubierto y la predominancia y contribución de diferentes grupos funcionales. En la medida que se realizó una utilización más intensa y frecuente de la pastura se incrementó sensiblemente el área de suelo descubierto, aunque se mejora la relación verde/seco en el forraje. A su vez, el manejo intenso provoca una mayor presencia de algunas hierbas enanas, que se asocian a los síntomas de degradación (Ayala y Bermúdez, 2005).

Héctor y Loreau (2005) plantean que si bien en teoría el incremento de la biodiversidad debería actuar como un mecanismo de seguridad frente a fluctuaciones a nivel de poblaciones en un ecosistema, la experiencia de un limitado número de estudios disponible no soporta esta teoría. A priori, parecía ser que estos efectos se hacen más o menos evidentes en función del estado de degradación de la pastura.

Por su parte el manejo aliviado no sólo presenta un mayor aporte de las gramíneas, sino que dentro de estas, hay una mayor expresión de los pastos erectos, más productivos, aunque decaen en su calidad fácilmente cuando se manejan con descansos excesivos. Por el contrario, un manejo intenso promueve pastos cortos de porte más rastrero, que en general mantienen sus puntos de crecimiento en la superficie del suelo o muy cerca de ella, que no elevan los meristemos apicales hasta próximo el inicio reproductivo y que mantienen en los estratos inferiores un área importante de tejidos fotosintéticos para posibilitar el rebrote (Heady y Child, citados por Ayala y Bermúdez, 2005).

Si bien como se ha expresado la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura o de la época del año en que se realice, el elemento que determina la longitud del periodo de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje aspecto que será demacrado en teoría por el IAF óptimo; así en pasturas con IAF óptimos bajos, como aquellas dominadas por tréboles, es posible realizar un aprovechamiento más intenso con defoliaciones más frecuentes que en pasturas dominadas por gramíneas erectas dado que el IAF óptimo sería para las leguminosas entre 3 y 5 y para dichas gramíneas entre 9 y 10 (Carámbula, 1977).

Para facilitar el cumulo de factores a tener en cuenta, Hodgson (1990) sugiere que la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos

de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal.

Luego de evaluar 67 relevamientos realizados en la región noroeste Olmos y Gordon (1990), además del tipo de suelo identificaron a la carga animal relativa (presión de pastoreo) como uno de los factores más importantes que afectaban la composición botánica de las pasturas naturales.

En base a un estudio que realizó Saldanha (2005) determino que en la pastura que se encontraba sobre basalto la utilización de forraje producido no varió con los periodos de descanso, si bien tendió a ser mayor con menores frecuencias de pastoreo. Esta tendencia concordaría con el hecho de que al aumentar el periodo de descanso las especies presentan hábitos de crecimiento más erecto y mayor tamaño (más accesible) (Haynes, 1980). En verano y primavera cuando las tasas de crecimiento fueron máximas la eficiencia de cosecha aumentó con la frecuencia de pastoreo (20 y 40 vs 60 y 80), en invierno (con cantidades de forraje verde limitantes) ocurrió lo contrario.

2.4.2 Intensidad de defoliación

Según Nabinger et al. (2009), la intensidad de pastoreo es la principal determinante de las variables morfogénicas que caracterizan el tamaño de la hoja y la densidad de macollos y en consecuencia, el índice de área foliar del dosel. Cuanto más importante es la presión de pastoreo, tanto más la estructura del pasto se muestra limitante al proceso de cosecha e ingestión de forraje por el animal; las características morfogénicas y estructurales del pasto son absolutamente dependientes de la disponibilidad de nitrógeno pero esa interacción de forma determinante con la intensidad de pastoreo; el comportamiento ingestivo de los animales indica el estatus nutricional de los mismos. Cuando la intensidad de pastoreo es elevada y la estructura es baja, los animales pastorean a un ritmo acelerado, por más tiempo, caminan más y de forma más rápida y realizan menor número de comidas pero de mayor duración; ofertas de forrajes muy elevadas también pueden restringir la ingestión diaria. El intervalo de tiempo entre dos bocados sucesivos aumenta considerablemente cuando la estructura del pasto se presenta muy alta y con elevada dispersión de hojas en la parte superior del dosel. En consecuencia, la velocidad de ingestión es restringida por el aumento de movimientos mandibulares para la manipulación del forraje cosechado.

Estudios en campo natural indican que la altura del estrato inferior que optimiza el tamaño del bocado y por ende la ingestión diaria es alrededor de 12 cm para bovinos y de 9 cm para ovinos (Goncalves et al., 2009).

La intensidad hace referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte, es la determinante de la altura de la pastura luego del pastoreo y por ende condiciona el rebrote y la producción total de la pastura. El aumento del crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con el área foliar remanente, y esta es determinada por la intensidad y por el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 2004).

Zanoniani (2009) expresa que un aumento en la intensidad de pastoreo por menor oferta de forraje, determino menores remanentes que limitaron el crecimiento de forraje en los siguientes pastoreos, reduciendo la cantidad de forraje disponible posteriormente.

Según Carámbula (1996) este factor no solo afecta el rendimiento de cada defoliación sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total. La mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente; teniendo presente que existen diferencias entre especies, las postradas admiten alturas menores de defoliación que las especies erectas, aunque estas últimas puedan adaptar parcialmente su crecimiento hacia arquitecturas más achaparradas como respuesta a un manejo intenso.

Un factor muy importante a tener en cuenta es que el rastrojo que se deje sea realmente eficiente, y para que esto suceda debe de estar formado por hojas nuevas con porcentajes mínimos de mortandad, lo cual compensa temporariamente eventuales IAF bajos hasta que comiencen los nuevos rebrotes (Carámbula, 2004).

Para lograr una máxima producción por hectárea se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura. Pero, esta debe ser lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Escuder, citado por Cangiano, 1996).

Aumentos en la oferta de forraje determinaron residuos más altos, condición que favorece a los tipos cespitosos, mayoría de las gramíneas invernales. Por otro lado, la disponibilidad de nitrógeno utilizable en planta para sustentar la formación de nuevos tejidos aumentó con el incremento en el forraje verde remanente (Boggiano, citado por Zanoniani et al., 2011).

Langer (1981) sugiere que el remanente consiste en material vegetal más viejo de menor eficiencia fotosintética, y parte del material cénese antes del siguiente corte; el material vegetal muerto o senescente del remanente intercepta inútilmente energía luminosa y sombrea las hojas verdes, de manera

que se reduce la tasa de rebrote; al iniciación de macollos también se enlentece mediante este sombreado.

Según Agnusdei et al. (2001), una remoción más intensa del forraje retrasó el inicio del sombreado, redundando en una mayor acumulación de forraje.

En base a un análisis que realizó Olmos et al. (2005) a la respuesta de las pasturas, indica que la mayor productividad forrajera se alcanza en la medida que el pastoreo es relativamente menos intenso y cuando además se le han aplicado algunas técnicas de mejoramiento. Por otro lado la diversidad muestra valores mayores cuando los pastoreos son relativamente moderados y menores, cuando los pastoreos son muy aliviados (invernada) o existe un sobre pastoreo de la comunidad.

Como recomendación general, Carámbula (2004) sugiere que las especies postradas pueden ser pastoreadas hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. Este manejo propuesto es para evitarle a la pastura daños irreparables.

Las especies postradas como consecuencia de alcanzar antes el IAF óptimo pueden ser pastoreadas más frecuentemente, ya que les queda una mayor superficie foliar post-defoliación, teniendo una menor producción por pastoreo que las gramíneas erectas (Otegui, Milthorpe y Davison, Langer, citados por Carámbula, 2004).

La carga animal que un campo soporta es consecuencia del potencial de producción de su vegetación (Berretta, 2003), siendo ésta la principal responsable de la intensidad de pastoreo de las pasturas y condiciona la utilización de los recursos disponibles para las plantas.

Al fijar la carga animal se establece la demanda animal sobre la pradera y se afecta la oferta de forraje. Las respuestas estructurales y funcionales de las praderas naturales al incremento del pastoreo pueden ser muy disímiles y a veces opuestas (Paruelo et al., 2004).

Wilkinson, citado por Carámbula (2004), sugiere que en pastoreo rotativo se debería dejar un remanente de 8 a 10 cm luego de cada pastoreo. En cambio bajo pastoreo continuo se tendría que mantener a la pastura con 6-8cm de altura.

La composición de la pastura depende de las características del suelo y clima del lugar pero también de la intensidad de uso (histórico y actual) de la misma (Olmos, 1992).

A modo de ejemplo de lo mencionado anteriormente Berreta (1994) encontró que el *Paspalum notatum* es frecuente en tapices de suelos profundos, donde el mismo se mantiene bajo, siendo perjudicada en tapices altos con acumulación de forraje y restos secos debido a su porte que lo hace poco apto para competir por luz frente a plantas de porte erecto y hojas largas. En estos casos sus hojas se alargan y la macolla reduce su diámetro, perdiendo su vigor. En campos muy pastoreados las macollas se desarrollan apretadas contra el suelo, lo que hace a la especie tolerante al pastoreo intenso, aún de lanares.

2.4.3 Métodos de pastoreo

2.4.3.1 Pastoreo continuo

Se define como aquel que nunca permite descansos totales en la pastura, fue el pastoreo más comúnmente utilizado, y lo es en establecimientos con poca subdivisión y potreros grandes. La fijación de cargas y relación lanar/vacuno apropiadas es fundamental para una correcta utilización de la pastura (Millot et al., 1987).

Una larga historia de pastoreo continuo ha llevado sin duda a una erosión de los recursos genéticos pero al mismo tiempo al desarrollo de una comunidad. El concepto de resistencia al pastoreo (Briske, 1996) refiere a la habilidad de las plantas de sobrevivir y crecer en condiciones de defoliación, y está apoyado en dos mecanismos como son la tolerancia (mecanismo que permite incrementar el rebrote luego de la defoliación) y el escape (mecanismo que reduce la probabilidad de una determinada intensidad del pastoreo).

Por décadas nuestros sistemas productivos han estado orientados a maximizar los niveles de productividad, muchas veces sin tener en cuenta la sustentabilidad de los mismos, proceso tecnológico que en muchas regiones del mundo ha conducido a una degradación de los recursos. Es reconocido el valor de las pasturas como productor de recursos alimenticios, pero al mismo tiempo se le atribuye actualmente un valor sustancial en el mantenimiento de condiciones apropiadas en el ambiente (Kemp y Michalk, 2005).

Millot et al. (1987) afirman que los pastoreos con cargas adecuadas, resultan eficientes en pasturas cuyo potencial productivo es limitado y con

pocos riesgos de endurecimiento estacional, como son las de suelos superficiales de Basalto y Cristalino.

Según estudios realizados en el norte de México Herrera et al. (2011) hacen referencia que la presión del pastoreo continuo ejercida durante 30 años en el pastizal abierto, aunado a la precipitación, indujo cambios en la composición y número de especies. El aumento de especies que se manifestó causó un incremento de biomasa del 360 % en la productividad del pastizal, lo que pudiera transformarse en mayor carga animal. Sin embargo, el cambio en la asociación de *Bouteloua* – *Botriochloa* a *Melinis* – *Heteropogon* hace necesario realizar estudios sobre la calidad de la dieta y composición botánica que permitan evaluar el porcentaje de uso y aporte de nutrientes de las nuevas especies, con la finalidad de contar con más elementos en la toma de decisiones en el manejo futuro del pastizal.

El comportamiento selectivo de los animales perjudica las especies más palatables afectando su sobrevivencia (por la frecuencia e intensidad de las defoliaciones y las ventajas competitivas de las menos consumidas). Esto conduce a cambios regresivos en la composición de las pasturas (Arche y Smeins, citados por Saldanha, 2005), razón por la cual son necesarios periodos de ausencia del pastoreo para su recuperación y pastoreos intensos esporádicos que minimicen las diferencias en la intensidad de cosecha entre las especies (modificando las interacciones de competencia).

Briske et al. (2008) sostienen que la producción vegetal fue igual o mayor en el pastoreo continuo en comparación con el rotativo en 87% (20 de 23) de los experimentos. Similarmente, la producción animal por cabeza y por área fueron iguales o mayores en el pastoreo continuo en comparación con el rotacional en el 92% (35 de 38) y 84% (27 de 32) de los experimentos, respectivamente. Estos datos experimentales demuestran que existe un grupo de estrategias de pastoreo potencialmente efectivas, ninguna de las cuales tiene propiedades únicas que separen una de las otras en términos de efectividad ecológica. El comportamiento de las estrategias de pastoreo del pastizal está limitado en forma similar por varias variables ecológicas, que establecen que las diferencias entre ellas son dependientes de la efectividad de los modelos de manejo, más que de la ocurrencia de un fenómeno ecológico único.

En un pastoreo continuo el área permanece con animales todo el año o parte de él, de modo que en este caso, el intervalo entre un pastoreo y otro, o sea, el tiempo de descanso, es cero. Esto no significa que todas las plantas estén siendo pastoreadas continuamente. En efecto, la frecuencia en que una planta es pastoreada en un pastoreo continuo depende de la dotación que

determina la presión de pastoreo, las características de la planta y del tipo de categoría animal utilizada (Nabinger, 1997).

Es el sistema de pastoreo más utilizado en el país. Este tipo de manejo si no es bien controlado lleva a praderas resistentes al diente y al pisoteo pero de bajos rendimientos y mala calidad. Los resultados que se obtienen al manejar una pradera bajo pastoreo continuo dependen tanto de la carga como de su flexibilidad. Si el forraje, mediante un manejo apropiado es mantenido a lo largo de toda la estación de crecimiento en estado vegetativo, tierno y de buena digestibilidad, muy seguramente se lograra el éxito. Para ello la carga animal deberá variar de acuerdo con el crecimiento de la pradera. Mientras que con cargas fijas es muy probable que se produzcan déficit y superávit muy acentuados de acuerdo con el ciclo de las especies constituyentes, con cargas variables se podrán mantener, al menos en teoría, áreas foliares remanentes relativamente constantes que permitan una buena utilización de la luz a través de una tasa alta de crecimiento. Normalmente, este manejo es difícil de lograr y las especies de mayor valor nutritivo y más apetecibles, van siendo eliminadas de forma paulatina debido a la selección efectuada por los animales; por lo que en la mayoría de los casos la mayoría de las praderas van perdiendo su capacidad de carga y su valor alimenticio (Carámbula, 1977).

Cuando una pastura es mantenida con bajo nivel de área foliar, algunas plantas tienen la capacidad de adaptarse, modificando su estructura, y pasan a formar un mayor número de macollas por planta pero de menor tamaño (entrenudos más cortos), con hojas también de menor tamaño, de esta forma pasaran a ser desfoliadas apenas parcialmente, tornándose por lo tanto capaces de mantener la producción a partir de la fotosíntesis actual (Nabinger, 1997).

Una continua remoción de las hojas por el animal tiene un profundo efecto sobre la capacidad fotosintética de las hojas remanentes. En pasturas mantenidas con bajo índice de área foliar las nuevas hojas son producidas en condiciones de alta luminosidad, sin ser sombreadas por las hojas más viejas, de esta forma desarrollan alta capacidad fotosintética; en tanto con altas presiones de pastoreo muchas hojas jóvenes son removidas y muchas que aún se encuentran en fase de expansión; de esta manera una parte muy importante de las hojas fotosintéticamente más eficientes es removida, esta problemática aumenta cuanto mayor sea la intensidad de pastoreo. Por esta razón, a pesar del alto potencial fotosintético de las hojas y la adaptación de las plantas mantenidas en bajo índice de área foliar, esto no es suficiente para compensar la reducción en el área foliar, redundando en una baja productividad de la pastura. En tanto en bajas presiones de pastoreo que determinen la mantención de un índice de área foliar próximo a la máxima interceptación de la radiación, el

pastoreo continuo puede ser más favorable que el pastoreo rotativo pues mantiene un índice de área foliar constante a lo largo de la estación favorable evitando una reducción en la interceptación debido a la drástica reducción del IAF después de la defoliación lo que se observa en el pastoreo rotativo, sobre todo si el periodo de brotación coincide con un periodo de alta disponibilidad de energía luminosa, como en la primavera y verano (Nabinger, 1997).

Altesor et al. (2006) en bases a estudios ponen en evidencia algunas cuestiones importantes relacionadas con el impacto del pastoreo:

- el aumento de la cobertura de arbustos en sitios sin pastoreo,
- la redistribución del carbono orgánico del suelo en el perfil,
- la baja capacidad de ser invadidas; de las praderas independientemente del régimen de pastoreo.

Son frecuentes las comunidades con Cardilla, Chilca, carqueja y miomio las cuales se asocian a sub pastoreo o bajas cargas en vacunos (Cardilla, Pajonales, Espartillos) o lanares (Carquejas y otros Baccharis). Pastoreos mixtos bien balanceados tienden a reducirlas, especialmente con altas cargas instantáneas o pastoreos en bloque con las categorías animales correspondientes. En general, estas degradaciones son reversibles, ya que un cambio en el manejo puede revertir la tendencia y agresividad de estas malezas, dependiendo entre otros factores del número y calidad de especies en el tapiz y del grado de ocupación. El *Cynodon*, realiza invaciones difíciles de revertir con cambios en el manejo de la pastura (Milot et al., 1987).

Así como las malezas el *Paspalum notatum* según Formoso, citado por Milot et al. (1987) por sus características fisiológicas y hábito postrado posee mejores condiciones de competitividad bajo pastoreo continuo en relación a las especies perennes invernales deseables. Su hábito postrado resulta en una mayor área foliar remanente por lo cual tiene comparativamente a igual altura más carbohidratos de reserva, del 12% de la materia seca, superior a especies que como *Stipa setígera* (4.3 %), *Bromus auleticus* (2.3 %), y *Poa lanígera* (2.0 %).

2.4.3.2 Pastoreo rotativo

Con este sistema, los pastoreos se efectúan en diversos potreros mediante turnos de rotación, los que se prolongan de acuerdo a la cantidad de forraje disponible, siendo la frecuencia de los turnos variable. La principal finalidad del pastoreo rotativo es utilizar la pastura en el momento en que esta

alcanza un equilibrio adecuado entre el alto rendimiento de materia seca por hectárea y un máximo valor nutritivo. El primer objetivo generalmente se logra con pastoreos poco frecuentes cuando las plantas presentan un estado avanzado de madurez y el segundo con pastoreos frecuentes cuando las plantas se encuentran en etapas tempranas del crecimiento. Esto lleva a que para que el pastoreo rotativo pueda llegar a ser exitoso deben de evitarse condiciones extremas de crecimiento y defoliación. Se debe de tener en cuenta que no existen razones de peso para que las pasturas crezcan más por el hecho de ser utilizadas mediante un pastoreo rotativo, pudiéndose lograr rendimientos similares de materia seca total con un pastoreo continuo racional (Carámbula, 1977).

La interacción entre las pasturas y los animales, que la utilizan parece estar descrita por algunos parámetros de la pastura. En este sentido Heitschmidt et al. (1982b), Allison (1985), Ralph et al. (1986), Booysen y Tainton (1987), Penning et al. (1989), coinciden que al determinar que la relación de forraje verde/forraje seco disponible con la presión de pastoreo, es un elemento muy importante que determina el comportamiento animal. Los valores de este parámetro presentan variaciones estacionales y afectan por lo tanto la respuesta animal; Ralph et al. (1986) proponen un índice de pastoreo, demanda de forraje / forraje disponible como elemento de predicción de la performance animal.

En general, el pastoreo rotativo implica oportunidades menores para seleccionar el forraje por parte de los animales (lo cual significa menor productividad individual) y mayores oportunidades para poder realizar una cosecha extremadamente eficiente del forraje (lo cual significa altos niveles de productividad por hectárea). Un aspecto importante que no debe olvidarse y es que las ventajas del pastoreo rotativo serán tanto menores cuanto más bajas sea la productividad y el valor nutritivo de la pastura. A pesar de esto, el pastoreo rotativo puede ser muy útil para manejar potreros de campo natural dominados por pastos duros. Con este sistema se trata de arrasar la pastura, lo cual no solo evitara un pastoreo selectivo, sino que podrá favorecer a las especies tiernas y finas (Carámbula, 1977).

Con el pastoreo rotacional intensivo con tiempos variables de ocupación y de recuperación de las divisiones, se puede lograr una mayor biodiversidad, poco o nulo suelo descubierto y una mejor calidad nutritiva del forraje. Con este sistema de pastoreo se pretende que los animales aprovechen íntegramente y al máximo la vegetación de la pradera. El tiempo de permanencia del ganado en cada división y el tiempo que esta se deja recuperar, depende del crecimiento de la pastura cambio frecuente cuando hay crecimiento rápido y menos frecuente con crecimiento lento, lo cual solo es posible con un numero

grande de divisiones. Lo anterior hace necesario que se conozca el crecimiento estacional de la vegetación, así como las relaciones entre el forraje producido y el número de animales mantenidos en la pastura con el fin de ajustar estacionalmente los tiempos de pastoreo y recuperación de cada división, así como ajustar también la capacidad de carga de la misma (Valles et al., 2010).

Una gestión óptima de pastoreo evita repetir, una defoliación severa de las plantas o los tallos individuales sin un período de recuperación. Si el periodo de no pastoreo es muy corto, el rebrote de los tallos tal vez vuelva al pastoreo antes de estar listos; y si el periodo de pastoreo es muy largo, los tallos tal vez regresen antes de la llegada del periodo de recuperación (Valentine, 1990).

Heitschmidt et al. (1982a), Galt y Kramer (1982), han observado que tratamientos donde se permite el descanso de la pastura ya sea en forma rotativa o estacional, permite un incremento de la carga animal por hectárea manteniendo las ganancias individuales.

Los días de pastoreo y de descanso, o sea la frecuencia de turnos de pastoreo, no pueden ser definidos en forma concisa y varían de acuerdo con las condiciones ambientales y con la estación del año (Carámbula, 1977).

Esto no puede ser definido concisamente ya que el intervalo de aparición de hojas y desarrollo de las mismas muestra importantes variaciones entre estaciones. En general el proceso es de alta velocidad en los meses de primavera y verano, mientras que con la disminución de las temperaturas en otoño e invierno, los intervalos de aparición de hojas son más lentos. Por lo tanto la utilización eficiente del forraje bajo corte o pastoreo intermitente, debe pasar necesariamente por la regulación precisa de los periodos de descanso entre cosechas sucesivas. Con ello se logra maximizar el potencial de nacimiento de las pasturas, se evitan las pérdidas de tejido vegetal por senescencia y descomposición y se maximiza la calidad nutritiva del forraje cosechado (Mazzanti, 1993).

Coincidiendo con lo anteriormente mencionado, la capacidad fotosintética de la pastura después de ser defoliada depende de la cantidad de área foliar residual y de la capacidad fotosintética de estas hojas remanentes. La capacidad fotosintética depende del ambiente luminoso en que las hojas fueron formadas. En una pastura que presentaba antiguamente alto IAF las hojas que permanecen luego del pastoreo no son adaptadas a la alta luminosidad incidente. De esta manera ocurre que hojas formadas en baja luminosidad presentan menor capacidad fotosintética en altas intensidades lumínicas y tienen baja capacidad de readaptación a niveles más altos, lo mismo ocurre

cuando hablamos de la temperatura en la cual fue formada la hoja y luego a la cual es expuesta (Robson et al., citados por Nabinger, 1997).

Booyesen y Tinton (1987) analizando una serie de experimentos no proponen ningún sistema de pastoreo como óptimo ya que en su región existe una marcada variación estacional en el crecimiento de las pasturas. Destacan la importancia en considerar la meta que se desea alcanzar, sea alta ganancia animal por hectárea o en forma individual. Así mismo plantean la posibilidad de utilizar pasturas “*buffer*” cuando en el sistema la velocidad de crecimiento de la pastura sea baja.

La dificultad en detectar un sistema de pastoreo óptimo probablemente esté asociada a las variaciones, entre localidades, el tipo de suelo, la comunidad vegetal, las cargas animales utilizadas, los sistemas de pastoreo comparados, el volumen de precipitaciones (Pfister et al., 1984).

Bransby (1989) propone detectar puntos críticos donde cambia la producción individual por hectárea y la composición botánica, y por otra parte destaca que existe mecanismos compensadores en los animales que ocultan la respuesta a los cambios en las pasturas, Parsh et al. (1989) trabajando con un modelo de simulación determinaron la necesidad de identificar criterios para efectuar cambios, en los animales, en los sistemas rotativos.

2.4.3.3 Pastoreo racional o controlado

Son aquellos manejos en los cuales se realizan descansos de carácter total o parcial periódicos pero no sistematizados. Dichos descansos tienen el objetivo de recuperar potreros que fueron excesivamente pastoreados, permitiéndoles un aumento de la disponibilidad. Según su finalidad estos pastoreos pueden ser diferidos o intermitentes (Milot et al., 1987).

Se debe de tener en cuenta que existe una variante de este tipo de pastoreo la cual se denomina “*pastoreos intermitentes*”. Pueden ser definidos como aquellos diferidos un poco más sistematizados, en los que se regula su periodicidad de uso en base a la cantidad de forraje disponible, más que el tiempo de descanso transcurrido. Sería un manejo intermedio entre controlado y rotativo, pero generalmente se acerca más al primero porque se trabaja con cargas instantáneas no muy altas y con tiempos de ocupación más variables, que dependen del volumen de pasto remanente y pueden no tener tan en cuenta el estado fisiológico de la pastura (Debellis et al., 1995).

El intervalo de aparición de hojas y desarrollo muestra importantes variaciones entre estaciones. En general el proceso es de alta velocidad en los

meses de primavera y verano, mientras que con la disminución de las temperaturas en otoño e invierno, los intervalos de aparición de hojas son más lentos. Por lo tanto la utilización eficiente del forraje bajo corte o pastoreo intermitente, debe necesariamente pasar por la regulación precisa de los periodos de descanso entre cosechas sucesivas. Con ello se logra maximizar el potencial de nacimiento de las pasturas, se evita las pérdidas de tejido vegetal por senescencia y descomposición y se maximiza la calidad nutritiva del forraje cosechado (Mazzanti, 1993).

2.4.3.4 Pastoreo diferido

El pastoreo diferido consiste en mantener *"in situ"* el forraje producido cuando las condiciones ambientales son muy favorables para el crecimiento de las pasturas y su posterior aprovechamiento en épocas de penuria forrajera. En el país existen dos épocas de carencia bien marcadas, verano e invierno, siendo quizás este último periodo una de las limitantes más indiscutibles que condicionan el comportamiento de las diferentes producciones animales (Carámbula, 1977).

El manejo diferido puede presentar algunos inconvenientes, ya que un excesivo crecimiento en otoño, particularmente en pasturas densas, puede provocar una disminución en la aparición de nuevas macollas, así como el alargamiento de entrenudos y la consiguiente elevación de los ápices de las ya presentes. Ambos procesos se originan por la falta de cantidades apropiadas de luz y pueden constituir un serio inconveniente y un atraso en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 1977).

Las evidencias muestran que el pastoreo puede aumentar o disminuir la productividad primaria neta aérea (PPNA). Rusch y Oesterheld (1997) observaron que en la pampa inundable de Argentina, el pastoreo redujo la PPNA por un factor cercano a 7 en comparación con la clausura, mientras que en los campos australes del Uruguay se ha encontrado un aumento del 51% bajo condiciones de pastoreo (Altesor et al., 2005a). En ambos casos se analizaron por separado los efectos de los cambios en la composición de especies y en la distribución vertical de la biomasa inducidos por el pastoreo sobre la PPNA. Esto último se realizó removiendo mecánicamente biomasa dentro de las clausuras hasta igualar las condiciones de área pastoreada. Se encontró que luego de la remoción de biomasa, la productividad fue 29% más alta en el área clausurada que en la parcela pastoreada adyacente. En Argentina, sin embargo, la remoción de la biomasa no resultó en un aumento de la productividad. Estas diferencias se asociarían con el efecto que tendrían los cambios estructurales (composición de especies, tipos funcionales y distribución vertical de la biomasa) promovidos por el pastoreo sobre el nivel de recursos

(agua, nutrientes y luz). En ocasiones, el pastoreo al remover o impedir la acumulación de material senescente aumenta la absorción de luz por parte del dosel. En la medida en que la radiación sea el factor limitante la PPNA aumentara. Al modificar las condiciones micro-ambientales los cambios estructurales asociados al pastoreo alteran la dinámica de los nutrientes y del agua. De la magnitud de estos efectos y del grado de limitación ejercido por cada factor resultara el sentido y magnitud del efecto del pastoreo sobre la PPNA.

Otra importante observación fue que la clausura al pastoreo induce cambios importantes en la dinámica estacional de la productividad, incrementándose significativamente la productividad en el periodo otoño-invierno, precisamente el correspondiente al déficit forrajero (Altesor et al., 2005b).

Por su parte García y Maraschin (1987), Formoso y Gagero (1990), determinaron mayor producción de forraje en un sistema con pastoreo diferido comparado con continuo; en cambio Miller et al. (1985) trabajando sobre cristalino no encontraron diferencias entre ambos sistemas comparando todo el año en su conjunto y sin embargo, al considerar las estaciones del año, el sistema rotativo fue superior al continuo en el periodo invernal.

La longitud del periodo de descanso previo a la utilización del cultivo, afecta no solo la cantidad de forraje acumulado sino también su calidad (Corbett 1957, Beddows y Jones 1958, Baker et al. 1961). Aparentemente en regiones con inviernos con temperaturas bajas, cuanto más largo sea el periodo de crecimiento, mayor serán los rendimientos en materia seca pero menor su calidad; por lo que Gardner (1958) sugiere que, mientras que para una utilización temprana se permitirá desde fines de verano acumular forraje a la pastura, para una utilización tardía este manejo se realizara ya entrado el otoño. Cuando se va a realizar un manejo diferido del forraje, habrá que conocer de antemano las necesidades del ganado a alimentar.

Es muy importante regular la dotación desde el momento de iniciado el pastoreo, ya que si la misma resulta muy alta, habrá que retirar animales en plena crisis forrajera con las consiguientes desventajas. Luego del corte las pasturas que han acumulado una masa importante de forraje durante el otoño, son más sensibles a los cambios de temperatura que aquellas que han sido mantenidas bajo defoliación. Este comportamiento varía de acuerdo con las diferentes especies (Carámbula, 1977).

2.4.3.5 Pastoreo restringido

El pastoreo restringido es una práctica de manejo que permite realizar un uso eficiente de pasturas de alto valor nutritivo en épocas de deficiencia forrajera. En algunos planteos económicos la aplicación de pastoreos restringidos o controlados en épocas de penuria, puede ser más conveniente que la utilización de un sistema rotativo de pastoreo, el cual implícitamente debe de ir acompañado de un número alto de subdivisiones, con los gastos consiguientes de alambrados y aguadas. El pastoreo restringido es aplicable esencialmente en el periodo crítico invernal en tambos para cubrir los requerimientos de las vacas en producción y en la recría de novillos, para el mantenimiento de dotaciones altas por hectárea (Carámbula, 1977).

2.4.3.6 Pastoreo mecánico

Con el llamado pastoreo mecánico, los animales no tienen acceso a la pastura y el forraje se le suministra cortado y en estado fresco, en el área de alimentación. El pastoreo mecánico permite en general una mayor utilización y una mayor producción de forraje (Carámbula, 1977).

A su vez mirando más del punto de vista de las especies Formoso y Allegri (1979), trabajando bajo condiciones de corte (seis cortes anuales, con intervalos diferentes entre ellos), en *Paspalum notatum* obtuvo un comportamiento productivo muy bueno. En el corte de marzo se mostraba agresivo ocupando lugares de plantas muertas, en algunos casos estos lugares eran compartidos con especies de hábito más erecto como *Setaria spp*, y la mayoría de las plantas se hallaban en floración. Luego hasta julio no se mostró agresivo, pero sí abundante aunque con escaso crecimiento (el crecimiento en esta época se dio básicamente de macollas nuevas); posteriormente Carbajal et al. (1987), en base a estudios afirman que “*en el período mayo-junio presentó una muy buena producción dentro de las especies estivales (1.53 kg MS/ha/día), rebrotando en primavera (16.88 kg MS/ha/día) y en el periodo de noviembre-diciembre alcanzó un crecimiento de 17,10 kg MS/ha/día, superior a las manifestadas por Paspalum dilatatum en las mismas condiciones de crecimiento*”.

2.5 EFECTOS INTRÍNSECOS DEL ANIMAL SOBRE LA PASTURA

2.5.1 Pastoreo selectivo

Los animales en pastoreo a veces seleccionan lo que van a comer, ej: ellos elijen o cosechan especies de plantas, plantas individuales, o partes de la planta diferente de la eliminación al azar o promedio de lo que hay disponible.

Los herbívoros van desde generalistas hasta especialistas en la selección de su dieta. Algunas técnicas de pastoreo presentan como objetivo no selección del forraje, ejemplo la utilización por el animal de especies forrajeras, plantas y partes de las plantas son pastoreadas a un grado comparable. La selección de plantas es disminuida por técnicas de pastoreo con altas cargas o alta densidad de animales; pastoreo rotativo en franjas con carga animal alta en gran medida va a suprimir la selectividad (Van Soest, citado por Valentine, 1990). Sin embargo la selectividad puede no ser totalmente eliminada en consideración del pastoreo animal.

Este proceso al involucrar tanto a los animales como a las plantas, es dinámico y está afectado por muchos factores. El mismo integra requerimientos animales y capacidades metabólicas, involucrando la diversidad de las plantas pertenecientes a las diferentes comunidades vegetales, las cuales tienen distintas composiciones químicas y especiales que determinan diferentes valores absolutos y relativos de los distintos componentes de la dieta (Robbins et al., 1987). Por lo tanto, la selectividad del forraje resulta de complejas interacciones entre tres tipos de variables que operan en el tiempo: los animales que pastorean, las plantas que son consumidas y el ambiente de ambos.

La teoría del pastoreo óptimo Crawley y Krebs, citados por Montossi et al. (2000) sostienen que como resultado del aumento de la presión de selección, los animales tenderían a buscar alimento y pastorear eficientemente. Hay una serie de razones que cuestionan esta hipótesis, que incluyen la variación animal individual encontrada en la selectividad, la cual es en parte genética y en parte por experiencia adquirida (Provenza y Balph, 1990).

Adicionalmente Illius et al. (1992), sostuvieron que los herbívoros podrían mostrar conductas de pastoreo que no maximicen su consumo, ya que estarían enfrentados a la dificultosa tarea de discriminar entre las partes más provechosas de las diferentes alternativas forrajeras. Además expuso que para los herbívoros, maximizar la tasa de consumo de energía podría ser menos importante que obtener una dieta balanceada, libre de toxinas u otros compuestos anti-nutricionales provenientes de las plantas.

Altas producciones intensivas, en particular, pueden verse afectadas si se ven obligados a mezclar en su dieta cantidades importantes de baja calidad de forraje. La ingesta animal actual depende del animal, lo que la pastura le ofrece y el ambiente en el que ocurre la selección (Marten, citado por Vallentine, 1990).

A pesar de que palatabilidad y preferencia se encuentran interrelacionadas en la determinación de selectividad, son términos diferentes.

La palatabilidad animal se refiere a una combinación de características que estimulan al animal a preferir un forraje sobre otro. La palatabilidad se puede aplicar a un grupo de especies de planta o todas las plantas, o a una simple especie o partes individuales de la planta (Vallentine, 1990).

Todos los sentidos de los rumiantes (vista, tacto en los labios y boca, gusto, olfato y oído) en condiciones de pastoreo parecen estar relacionados a la selección de la dieta. De la misma forma, sus interacciones son complejas, y ningún sentido parece dominar en todas las situaciones (Vallentine, 1990).

Al igual que la experiencia previa de los animales en etapas tempranas de su vida y la presencia materna, han sido mencionados como importantes factores que afectan el desarrollo de las preferencias alimenticias de los animales en pastoreo (Provenza y Balph, 1990).

En general, la composición de la dieta del animal a pastoreo puede no relacionarse a la producción de las plantas o sus partes presentes en una pastura. Los rumiantes, del forraje disponible seleccionan hojas sobre tallos y material verde respecto al seco, así como una dieta con superior contenido de energía, fósforo y nitrógeno y menor presencia de fibra (Chacon y Stobbs 1976, Van Dyne et al. 1980, Clark et al. 1982, Hodgson 1982, 1985b, 1990, L'Huillier et al. 1984, Millot et al. 1987, Vallentine 1990).

El material muerto es rechazado debido a su baja digestibilidad y su inaccesibilidad ya que se encuentra en el estrato inferior (Poppi et al., Vallentine, citados por Montossi et al., 2000).

Además de esto la alta proporción de hoja en la dieta cosechada por el animal se debe a la facilidad de cosecha ya que presenta una estructura menor rígida y de mayor facilidad de ruptura que los tallos (Hodgson, 1982). También es importante considerar que cuando las pasturas tienen más de un 70% de material muerto el consumo se reduce debido a la dificultad para cosechar los componentes verdes (Poppi et al., citados por Montossi et al., 2000).

Generalmente el pastoreo selectivo resulta en una mejora en el valor nutritivo de la dieta, aunque en situaciones de escasez de material de superior "calidad" (poca presencia de hojas etc.) es posible cierta reducción en el tamaño de bocado y/o tasa de consumo. Si bien los lanares podrían mantener su consumo aun en tapices muy cortos, con las debidas connotaciones en las relaciones de equivalencia de U.G. vacuna y ovina, en general las tendencias son similares (Millot et al., 1987).

La elección entre diferentes fuentes alternativas de forraje está fuertemente influenciada por la tasa de consumo potencial, la cual esta principalmente controlada por la altura y el volumen de forraje de la pastura, por la distribución vertical y horizontal de los diferentes componentes de la planta y de la pastura (Allden y Whittaker 1970, Stobbs 1973, 1975, Hodgson 1985, 1990, Burlison et al. 1991, Montossi et al. 2000), por la experiencia previa inmediata del animal en pastoreo (Newman et al. 1992, Montossi et al. 2000) y la experiencia del animal en el largo plazo (Flores et al., 1989a, 1989b), y últimamente por el grado de apetito del animal (Newman et al., 1994).

Así como también características estructurales de la pastura pueden afectar el consumo, una vez que pastos más altos, con láminas foliares mayores, pueden aumentar el tiempo de manipulación del forraje por cada bocado y consecuentemente la ingestión de materia seca (Carvalho et al., 2001).

Varios autores han sugerido que el apetito en los animales provoca que los mismos acepten comidas menos palatables (Newman et al., 1994) y que incrementen la tasa de consumo (Chacon y Stobbs, 1976) en comparación con animales bien alimentados. Sin embargo otros autores no encontraron efectos del ayuno sobre el valor nutritivo de la dieta seleccionada por animales en pastoreo (Langlands 1967, Hodgson 1981).

Se han mencionado varios efectos del incremento del periodo de ayuno sobre la selectividad animal, tales como:

- a) reducción en el tiempo de masticación,
- b) mayor tiempo de retención de las partes de la planta en el retículo–rumen, y por lo tanto, menor tasa de pasaje.

Recientes evidencias experimentales, muestran que cuando el trébol blanco y las hojas de gramíneas están homogéneamente distribuidos en los horizontes superiores de la pastura, los mismos son seleccionados en proporción a su distribución. Por lo tanto, las pasturas deben no solo contener una alta proporción de trébol blanco o leguminosas en general para incrementar la producción animal, sino que estas deben también ser accesibles al animal en pastoreo (Montossi et al., 2000).

Ocurre también una modificación de la pastura, al alterarse las relaciones de competencia entre sus componentes por un consumo diferencial de los animales. Es conocida la rápida desaparición de hojas en los primeros días de

pastoreo, así como la disminución en la proporción de leguminosas en un tapiz mixto y en general de todas las especies preferidas (Millot et al., 1987).

2.5.2 Pisoteo

El pisoteo sería la principal causa de disminución del rendimiento de una pastura bajo pastoreo con respecto a su potencial bajo corte, como consecuencia de la destrucción de puntos de crecimiento, hojas, tallos y aun raíces; ello resulta en una menor capacidad de rebrote, aunque existen claras diferencias en susceptibilidad o resistencia al mismo, lo que origina importantes cambios en la composición de la pastura (Charles, citado por Debellis et al., 1995).

Desde el punto de vista del suelo, de acuerdo a su textura y estructura o que se encuentre seco o húmedo, puede provocarse una severa compactación que afecta la normal infiltración con los consiguientes perjuicios a la vegetación (Millot et al., 1987).

Para disminuir estos efectos es fundamental evitar el pastoreo con altas cargas en aquellos potreros más bajos y/o húmedos, con suelos pesados y particularmente cuando ha existido algún tipo de remoción (Millot et al., 1987).

En praderas naturales Methol (1989), considera que es posiblemente poco importante salvo en campos bajos o suelos mal estructurados. En condiciones de exceso de humedad el pisoteo también ocasiona una importante destrucción del material muerto en periodos de sequía.

La tolerancia al pisoteo varía por diferencia en características estructurales, por ejemplo hojas con prefoliación conduplicada; son más resistentes que hoja rollizas, el porte rastrero por rizomas o estolones también confiere cierto grado de tolerancia (Frame, 1990).

2.5.3 Deyecciones

En general un importante porcentaje de los elementos presentes en el forraje consumido, son devueltos en las deyecciones y orina de animales en pastoreo, siendo el promedio de deposiciones de una Unidad Ganadera (410 kg.), aproximadamente de 14lt de orina y 25kg de estiércol; presentando el estiércol un número importante de elementos entre los que el N y el P son los más importantes en el aumento de la productividad de un tapiz. Sin embargo, gran parte del N esta en forma orgánica que debe sufrir mineralización para ser aprovechado por las plantas y el P es muy poco móvil, haciendo que no ocurra modificaciones importantes del crecimiento durante el primer año posterior a la

deposición. Mientras que la orina contiene más del 70 % de N y casi todo el K que es excretado por el animal (Mundy, 1961). Dicho contenido es variable y en el caso del N es afectado por la ingestión de agua y el contenido proteico del forraje, siendo ligeramente más alto en la orina del ovino que en la del vacuno.

La presencia de animales en una pastura acelera el ciclaje de todos los nutrientes en el sistema suelo-planta-animal, en especial el Nitrógeno (Smethan, 1981).

Lezama et al. (2006) dejan en evidencia que la elevada cantidad de heces registradas en los censos de superficies planas de erosión y de transporte, advierten sobre la posibilidad de estar frente a un gradiente florístico donde se confunden los efectos edáficos y geomorfológicos con los efectos de la actividad del ganado. La evidencia de las heces sugiere que, si bien la ganadería extensiva es relativamente uniforme a escala regional (entre establecimientos ganaderos), a escala de potrero el régimen de perturbación asociado al ganado podría estar actuando como un control importante de la heterogeneidad florística en interacción con factores ambientales como la macro-topografía.

2.6 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

La producción forrajera de Uruguay se encuentra en una condición privilegiada; pero a pesar de esto, la producción de forraje no es constante a lo largo del año, y normalmente sobrepasa los requerimientos en primavera y otoño, mientras que dependiente del clima y localidad (suelo) el forraje producido en invierno o verano, resulta insuficiente para cubrir la dieta diaria. Esto trae acarreado que en muchas veces las pasturas presenten desperdicios en épocas de abundancia y sobrepastoreo en las de penuria, a su vez esto genera que el suministro de forraje sea objeto de continuos cambios de cantidad y en calidad a lo largo del año y entre años, como respuesta no solamente al clima sino al tipo y estado de la pastura. A su vez, el consumo y los requerimientos de los animales también difieren a lo largo del año a causa de las variaciones en las dotaciones (nacimientos, muertes, ventas) así como a las distintas demandas nutricionales (mantenimiento, crecimiento, preñez, lactación). Por esta razón cuando se estudia la disponibilidad de forraje de un establecimiento, se debe pensar primeramente en términos de cantidad y calidad del forraje para la dieta diaria y no en volúmenes totales anuales (Carámbula, 1977).

En Uruguay, las dotaciones son restringidas o condicionadas básicamente por la crisis invernal y cuanto menos fértil es un suelo, mayor es dicha deficiencia forrajera. Si mediante un manejo adecuado se logra elevar la

producción de forraje invernal, aunque se trate de incrementos pequeños en comparación con el potencial de primavera, se podrá ejercer un gran efecto benéfico; una de las herramientas que cuenta el productor más importante para elevar la productividad es el manejo de la carga animal, requiriéndose un ajuste de acuerdo con las condiciones ecológicas y de producción del establecimiento y por último, tratando de lograr siempre la máxima productividad animal y mayor eficiencia económica (Carámbula, 1977).

Este comportamiento puede verse afectado según Bryant y Blaser (1961, 1968) ya que cuanto más intensos y menos frecuentes sean los pastoreos o cortes, mayor es la producción de materia seca, hasta cierto límite en que el aumento del envejecimiento y descomposición sobrepasa largamente el muy bajo incremento en el crecimiento.

Algo más a tener en cuenta es que el mayor porcentaje de forraje se encuentra en los estratos inferiores del tapiz, lo que significa que variaciones muy pequeñas en la altura de corte pueden variar significativamente el rendimiento estimado (Hunt, 1969).

El estrato inferior es el menos disponible para el animal (Hodgson, citado por Fernández y Nava, 2008) indica que el consumo se limita cuando la altura de la pastura se restringe de 6cm para ovinos y 9cm para vacunos.

Cuando la altura de corte de un forraje se realiza a 4,5 cm del nivel del suelo se está muestreando aquella porción del tapiz que el animal normalmente pudo cosechar, pero si el muestreo se realiza a nivel del suelo se está contabilizando el forraje existente en el estrato inferior inaccesible al animal y de esta forma la estimación del rendimiento de forraje será mayor. Estas diferencias pueden llegar a ser importantes si se consideran que la cantidad de forraje en el estrato inferior pueden oscilar entre 2 y 4 t/ha de materia seca (Hodgson, citado por Fernández y Nava, 2008).

Bajo cualquier sistema de pastoreo, el porcentaje de utilización del forraje que está por encima de 4-5cm siempre es mayor que el del estrato inferior por lo que cuando se desea estimar el forraje utilizable en determinado período en una presupuestación forrajera si se usan datos obtenidos bajo corte como predictores de la producción de forraje los porcentajes de utilización que se usen deben ser mayores a los que normalmente se estiman con muestreos a nivel del suelo (García, 1995).

A su vez según García (1995) uno de los factores que afecta la estructura vertical del tapiz es el tipo de pastura ya que cuando el contenido de

gramíneas es mayor tienden a tener mayor densidad (MS kg/ha/cm altura) en los estratos inferiores.

Teniendo presente también que la producción de forraje cosechado se relaciona en gran parte con los ciclos de crecimiento vegetativo y reproductivo de las diferentes especies que componen la pastura, por esta razón en épocas de desarrollo vegetativo, predomina el proceso de macollaje y la producción de forraje cosechable es menor que cuando las macollas inician el proceso de alargamiento de entrenudos (Carámbula, 1977).

Según Hodgson (1990) hay que tener presente que la tasa de producción neta, la cual varía muy poco en un rango amplio de la pastura, en los extremos, por un lado con manejos severos y por el otro con manejos aliviados, detecta baja eficiencia de crecimiento y baja eficiencia de utilización respectivamente ya que como la acumulación de materia seca depende principalmente de la cantidad de hojas y macollas presente en una pastura; se considera de gran importancia la capacidad de las plantas para remplazar rápidamente el forraje cosechado con nuevos rebrotes, mediante un proceso eficiente de desarrollo de dichos órganos (Carámbula, 1977).

A medida que la frecuencia de pastoreo disminuye la diferencia entre la proporción de forraje verde en el pasto ofrecido y el rechazado fue mayor, es decir los animales “consumieron” una dieta con mayor proporción de hojas vivas (Saldanha, 2005).

La respuesta general al aumento del periodo de descanso fue el incremento en la producción de forraje, en mayor magnitud cuando se pasa de 20 hacia pastoreos menos frecuentes. La utilización de esta frecuencia en la ladera, genera continuamente un stress energético a la planta que la predispone en mayor medida a las condiciones ambientales y puede condicionar su sobrevivencia. La mayor proporción de especies postradas, malezas enanas y malezas toxicas o escasamente palatables de esta frecuencia se explica por sus menores desbalances energéticos ya que escapan o toleran mejor el sobrepastoreo impuesto. Si bien no existieron grandes diferencias en la producción total de forraje desde 40 hasta 80 días de descanso, la utilización de descansos más prolongados incrementó en mayor medida la producción invernal sin que se produzca una disminución en la calidad de la pastura. Los periodos de descanso permitieron un refinamiento del campo, elevando la contribución de los pastos finos. En la zona baja la respuesta es similar que en la ladera, pero el incremento en la producción de forraje fue más marcado, especialmente en primavera y verano. Este comportamiento se relacionó con un mayor incremento de especies estivales de mayor tamaño relativo, que sombrean y desplazan las cespitosas,

determinando una disminución de la calidad de la dieta ofrecida. Este comportamiento sugiere la combinación de frecuencias estacionales diferenciales buscando incrementar la producción de forraje pero con adecuada calidad de la misma. En este sentido, surge como más recomendable, la utilización de 40 días de descanso entre pastoreos en primavera y verano y 60 en invierno, ya que permitirán aumentar la producción de forraje sin comprometer la calidad (Boggiano et al., 2005).

Cuadro No. 1. Producción de forraje (kg MS ha⁻¹ según zona topográfica y frecuencia de pastoreo; 1990 – 2000.

a) Ladera	ESTACIÓN	20	40	60	80
	OTOÑO	1172	1036	802	1078
	INVIERNO	598	650	643	652
	PRIMAVERA	909	1683	1744	1338
	VERANO	1535	1697	1616	1752
	TOTAL	4214 b	5066 a	4805 ab	4819 ab
b) Bajo	ESTACIÓN	20	40	60	80
	OTOÑO	1682	1487	1260	1551
	INVIERNO	686	791	935	925
	PRIMAVERA	1146	1758	2292	2781
	VERANO	1462	2023	2351	2449
	TOTAL	4976 c	6059 b	6838 b	7706 a

Fuente: Boggiano et al. (2005).

2.7 CALIDAD DE FORRAJE

Las medidas importantes de calidad de una pastura para los rumiantes son: en primer lugar, la digestibilidad y segundo, el contenido de energía bruta de la materia seca (Langer, 1970).

Debido a que la variación de energía bruta es pequeña, la digestibilidad es el determinante principal del valor del alimento para el animal y por lo tanto, de la producción animal (Raymond, citado por Debellis et al., 1995).

El contenido de proteína ha sido utilizado con frecuencia para indicar, en términos químicos, la calidad del forraje para la alimentación de rumiantes. Pero el nivel de proteína como tal no es importante cuando se considera una pradera

de elevada producción, aunque las pasturas no mejoradas pueden no suministrar la cantidad de proteína adecuada (Raymond, citado por Carámbula, 1977).

Desde otro punto de vista Rosengurtt (1979) considera como pasto fino a los que reúnen las mejores cualidades y son efectivos en la “*terminación*” de novillos y corderos; son más apreciados los invernales. Esta calidad implica normalmente una productividad alta o media y una apetecibilidad prolongada; considerándose pastos tiernos a los que muestran productividad media a alta y apetecibilidad prolongada o media pero no se han observado en circunstancias que permitan atribuirles engorde de novillos o corderos.

Según Saldanha (2005) al aumentar el período de descanso el contenido de proteína disminuyó. Esto no se debió a un incremento de la proporción de tejido senescente (la producción de restos secos no varió en formas significativa con las frecuencias estudiadas) y si pudo deberse en parte al aumento en la 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 región este. También se observó que a mayor disponibilidad de forraje más posibilidad de selección tienen los animales, concepto muy utilizado por los invernadores. Sin embargo, el aumento en la disponibilidad de forraje no contrarrestó la abrupta disminución en su contenido de PC al superar los 60 días sin pastoreo, siendo menor la calidad de la dieta en la frecuencia de 80 días, estos resultados coinciden con Montossi et al. (2000).

Cuadro No. 2. Contenido relativo de PC (%) en forraje disponible y regresiones estacionales del % PC con el periodo de descanso.

FREC	VER	OTO	INV	PRIM	Promedio
20	10.6	10.4	10.8	10.7	10.6 (1.3)
40	10.1	10.2	10.6	10.4	10.3 (1.9)
60	8.6	10.2	9.7	10.9	9.8 (8.9)
80	9.2	6.9	7.0	7.6	7.7 (12.2)
Promedio	9.6 (8.3)	9.4 (15.9)	9.5 (15.9)	9.9 (13.4)	9.6 (6.1)
Regresiones estacionales de la PC					
Intercepto	11.1	12.1	12.6	12.1	
Coefficiente de regresión	-0.029	-0.054	-0.062	-0.043	
R ²	0.66	0.64	0.83	0.52	

Fuente: Saldanha (2005).

La calidad del forraje declina a medida que se extiende el periodo de acumulación o la altura a la cual se maneja la pastura. De la información

obtenida en base a estudios, se observa en términos generales que la digestibilidad se mantiene en valores superiores para todos los tratamientos que se manejaron con una frecuencia de corte cada 30 días o eventualmente a los 60 días pero con cortes a 2.5 cm. Manejando diferentes alturas de defoliación el total de materia seca acumulado no varía, aunque el contenido total de materia orgánica digestible y el contenido de proteína cruda se incrementan significativamente en la medida que la defoliación es más intensa (Ayala y Bermúdez, 2005).

Cuadro No. 3. Parámetros de calidad de forraje de campo natural sobre la Unidad Alférez acumulado en otoño bajo diferentes manejos de defoliación; promedio de 3 años.

30 días			60 días			90 días			120 días		
2.5 cm	5.0 cm	7.5 cm	2.5 cm	5.0 cm	7.5 cm	2.5 cm	5.0 cm	7.5 cm	2.5 cm	5.0 cm	7.5 cm
Digestibilidad (%)											
52.2	51.9	51.3	53.9	49.9	48.2	48.0	46.6	47.7	46.1	41.7	42.0
Proteína cruda (%)											
11.0	10.7	10.5	10.7	10.1	9.9	8.0	7.5	7.3	8.2	7.2	6.7

Fuente: Ayala y Bermúdez (2005).

A medida que avanza el ciclo de una pastura, la calidad del forraje disminuye debido a: translocación de carbohidratos y proteínas hacia la inflorescencia y frutos, aumentando la lignificación de las paredes celulares y disminución de la relación hoja/tallo fundamentalmente en la fracción gramínea, ya que en las leguminosas estos cambios son menos marcados (Milot et al., 1987).

En la práctica, la calidad o valor nutritivo de una pastura debe de evaluarse a partir de una estimación de la digestibilidad, basada en el conocimiento de cómo varía esta con la etapa de crecimiento, la especie y el manejo (Langer, 1970).

2.7.1 Digestibilidad

De los constituyentes vegetales, los contenidos celulares, incluyendo los carbohidratos solubles, almidones, ácidos orgánicos y proteínas son todos digeridos completa y parcialmente por los rumiantes. La celulosa, que es el

principal componente de las paredes celulares de las plantas (o de la fracción “fibra”) también es capaz de ser completamente digerida por la micro flora del rumen. Las hemicelulosas componentes menores de las paredes celulares primaria de las plantas, pueden ser rápidamente digeridas, en forma similar, hasta formar carbohidratos solubles (Debellis et al., 1995).

El grado en que esto ocurre depende del grado en que las hemicelulosas están incorporadas con la celulosa en las paredes celulares, y en la cantidad de lignina depositada dentro y sobre las paredes celulares. Este material duro fortalecedor, lignina, depositado en las paredes celulares es de digestibilidad solo lenta o nula (Langer, 1970).

Así tanto el contenido de fibra como el de lignina de la pared celular vegetal, afectan la velocidad y conclusión de la digestión de la celulosa y hemicelulosa. El grado de lignificación depende del estado de madurez de la planta (Langer, 1970).

Apoyando lo anterior referido; Gerváz y Indarte (1995) los cuales evaluaron el porcentaje de fibra detergente ácido (FDA) y proteína cruda (PC), para cuarto frecuencia de pastoreo (20, 40, 60, 80 días de descanso) durante un periodo de un año. Afirman que aumenta el porcentaje de fibra a partir de la floración (teniendo en cuenta que este tapiz es predominantemente estival), desarrollándose vegetativamente en primavera y teniendo un desarrollo reproductivo desuniforme a lo largo del verano.

Los valores más altos de fibra se obtuvieron en 80 días por mayor porcentaje de tallos y por hojas viejas. Englobando los efectos estacionales y de manejo, las menores calidades de forraje se obtienen en verano, con periodos de descanso de 60 y 80 días.

Por otro lado el contenido de proteína cruda se comporta de forma antagónica, teniendo tanto para la ladera como para el bajo sus mínimos valores en verano y los máximos en invierno. Este alto contenido de proteína del tapiz en invierno, ocurre porque la producción en esta estación está dada por especies C3, las cuales tienen un alto porcentaje de proteína cruda. Analizando los efectos de cada tratamiento en particular, se aprecia como manejos aliviados reducen el contenido proteico de la pastura, mientras que los pastoreos frecuentes permiten mantener buenos niveles de proteína cruda (mayores a 10 por ciento) incluso en verano. Haciendo una comparación de sitios, la ladera presenta mayor contenido proteico y menor porcentaje de fibra para el promedio de las estaciones y tratamientos. Esto se debe a las especies componentes del tapiz en cada sitio. Mientras en la ladera hay una composición

específica más invernal del tapiz, en el bajo abundan especies C4, las cuales presentan mayor contenido de fibra y menor contenido de proteína.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en el potrero No. 13, en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay); durante el período comprendido entre el 24 de abril del 2011 y el 18 de noviembre del 2011, sobre una pastura natural.

3.1.2 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976), el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos, los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En asociación con estos se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa, Solonetz solodizados melánicos de textura franca, así como gleysoles humicos. Según la clasificación de Suelos Soil Taxonomy, los mismos pueden ser caracterizados como Argiduales típicos, encontrándose Natrudales como suelos asociados.

El área experimental consta de 2,2 hás que se divide en 4 parcelas, diferenciándose 3 zonas topográficas ladera alta, media y bajo con su vegetación asociada.

3.1.3 Tratamientos

El experimento está compuesto por cuatro tratamientos a los cuales se les aplica cuatro frecuencias de pastoreo diferentes, 20, 40, 60 y 80 días respectivamente, tratando de mantener un remanente luego del pastoreo de aproximadamente 5 cm.

Figura No. 1. Plano.

Ladera Alta 20 Días	Ladera Alta 40 Días	Ladera Alta 60 Días	Ladera Alta 80 Días
Ladera Media 20 Días	Ladera Media 40 Días	Ladera Media 60 Días	Ladera Media 80 Días
Bajo 20 Días	Bajo 40 Días	Bajo 60 Días	Bajo 80 Días

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas se basan en la medición de las producciones de forraje frente a las diferentes frecuencia de pastoreo, porcentaje de cada especie que contribuye con esta producción, antes y después del pastoreo o sea (contribución de cada especie en el disponible y el remanente) disponibilidad y rechazo de materia seca.

El método utilizado para medir disponibilidad y rechazo fue el de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975). El método de doble muestreo está basado en un corte reducido de muestras cuyas características de rendimiento son relacionadas por comparación visual a un número determinado de muestras en las parcelas).

Se aplicó una escala de 5 puntos en cada transecta (ladera alta, media y bajo) mediante el corte al ras del suelo utilizando rectángulos de 0,2 m*0,5 m, esto permitió determinar la disponibilidad de forraje de cada escala. La determinación de la escala y altura promedio se obtuvo mediante 15 observaciones sistemáticas (cada 1 paso) por transecta (ladera alta, media y bajo). Totalizando un numero de 20 medidas por cada zona topográfica o

transecta, entre las muestras con corte y medida de altura (5), y las que se realizó únicamente medida de altura (15).

Las muestras de forraje recogidas en todos los muestreos se pesaron para obtener el peso fresco y luego se secaron a estufa de aire forzado durante 48 horas a 60 °C para determinar el peso seco de las mismas (peso constante de las mismas).

Con los datos obtenidos luego del proceso de secado, se procedió al ajuste de una ecuación de regresión obtenida entre altura en cm y escala de la pastura en cm y la MS en kg/ha; utilizándose aquella que proporcionara un mejor ajuste. Con la función obtenida se procedió al cálculo de disponibilidad de forraje por hectárea, para llegar a esta se utilizaron los promedios de escala y de altura de cada transecta sustituyendo el valor promedio en la función a la incógnita. De esta manera se obtuvo la disponibilidad por hectárea. El mismo procedimiento se llevó a cabo para la estimación del remanente posteriormente a la salida de los animales.

3.2.1 Altura del disponible y el remanente

Las alturas previo al corte de los rectángulos fueron medidas con regla en tres puntos, al medio y en cada uno de los extremos, donde el criterio empleado fue el punto de contacto de la regla con la punta de la hoja más alta y a su vez, la altura del forraje de cada transecta se obtuvo promediando las muestras de cada una. Para hallar la altura promedio de la zona topográfica se siguió la misma metodología pero sólo en el centro de cada rectángulo. Estas medidas se tomaron previo al ingreso de los animales y posterior a la salida de los mismos.

3.2.2 Porcentaje de utilización

Es la cantidad de materia seca desaparecida en relación al que había disponible multiplicada por 100. Se calculó como la relación entre materia seca desaparecida y el forraje disponible antes del pastoreo. De la misma forma pero teniendo en cuenta el forraje producido se calculó el porcentaje de utilización sobre el producido. En ambos casos las variables materia seca utilizada, disponible y producida fueron ajustadas por los días de crecimiento durante el periodo de pastoreo.

3.2.3 Producción de forraje

La producción de forraje (MS kg ha^{-1}) se determinó a través de la diferencia entre el forraje disponible al inicio del pastoreo y el remanente del pastoreo anterior ajustado por el número de días de pastoreo.

3.2.4 Composición botánica

Es la participación porcentual de cada especie en el tapiz vegetal. Se obtuvo mediante el promedio de 15 determinaciones por zona de cada transecta con un rectángulo de 0,2 m * 0,5 m.

La composición botánica se evaluó a través de una adaptación del método Botanal (Tothill et al., 1978) mediante apreciación visual antes y después de cada pastoreo.

Para el análisis de los tipos productivos (Rosengurtt, 1979) y la interpretación de los datos se le adjudicaron valores a los diferentes tipos productivos los cuales se presentan a continuación adaptada de Peloché (2012):

- 0) Malezas de campo sucio.
- 1) Malezas enanas.
- 2) Duro.
- 3) Ordinario/Duro.
- 4) Ordinario.
- 5) Ordinario/Tierno.
- 6) Tierno/Ordinario.
- 7) Tierno.
- 8) Tierno/Fino.
- 9) Fino/Tierno.
- 10) Fino.

Dichos valores se asignaron en orden creciente a medida que aumentaba la calidad de los mismos.

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológicas

Existen diferencias significativas en la producción de forraje entre las diferentes frecuencias de pastoreo.

Existen diferencias en la composición botánica entre los diferentes tratamientos.

3.3.2 Hipótesis estadísticas

- $H_0: t_1=t_2=t_3=t_4=0$
- H_a : al menos un tratamiento es diferente de cero

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

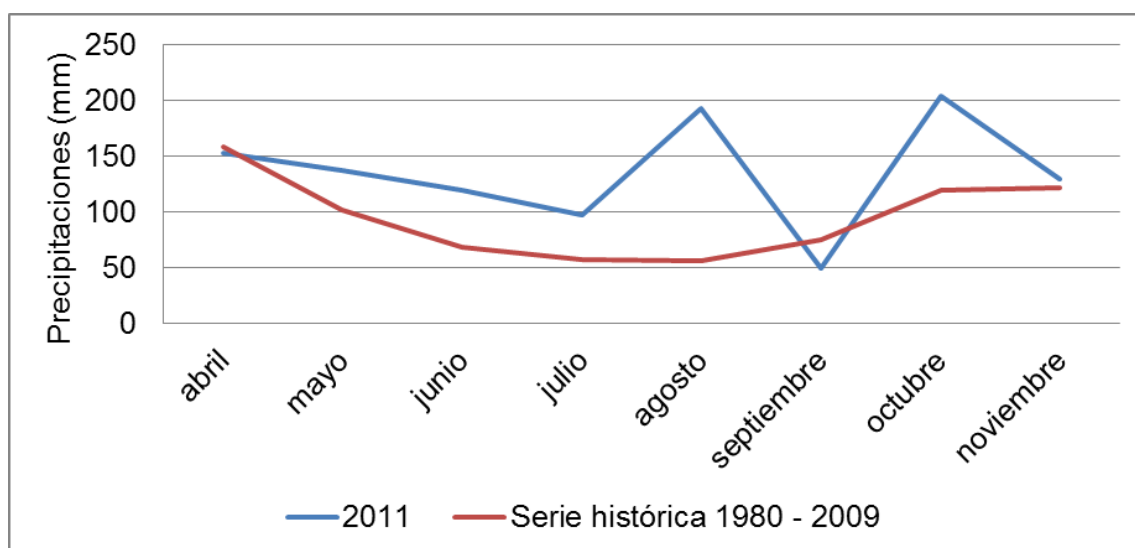
La información se procesó mediante el paquete estadístico Infostat; las variables medidas se las analizo por medio del análisis de varianza con un nivel de significancia del 0,1 (%); mientras que para analizar su comportamiento se utilizó el método de análisis descriptivo.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

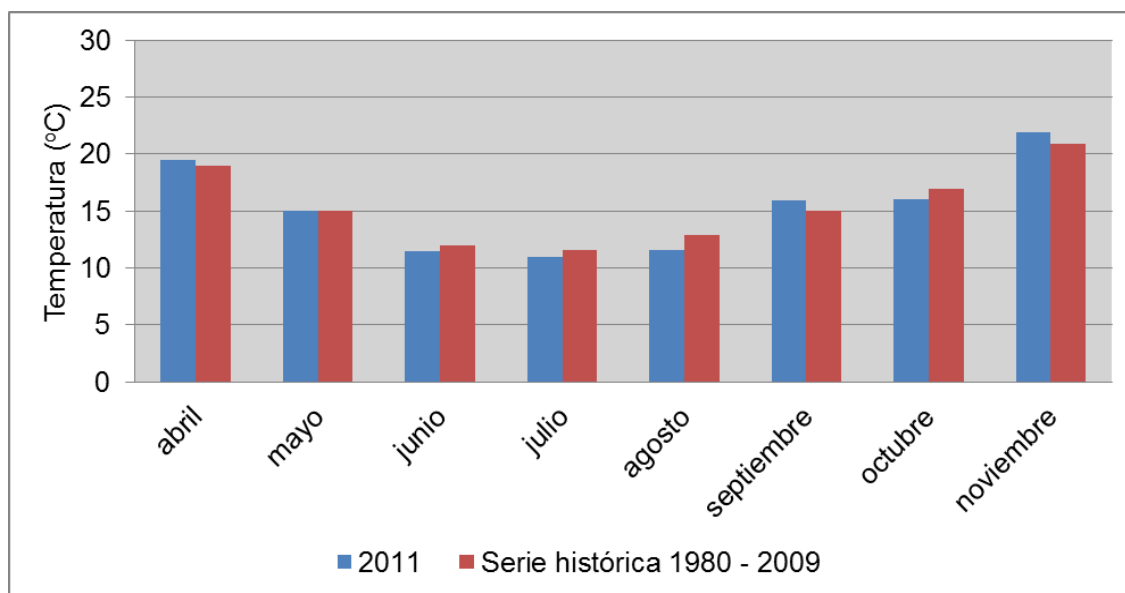
A continuación se analizarán los datos de precipitaciones, temperaturas ocurridas durante el periodo en el cual se desarrolló el trabajo y se compararan con la serie histórica 1980 - 2009.

Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el periodo experimental y el promedio histórico para el periodo (1980 – 2009).



Como se observa en la figura No. 2 existen diferencias entre los promedios mensuales de la serie histórica con los del periodo experimental. Las precipitaciones medias del año 2011 fueron superiores al promedio histórico en la mayoría de los meses en los cuales se desarrolló el trabajo, a excepción de septiembre; abril y noviembre son los meses con comportamiento más similar al promedio histórico. Particularmente agosto fue el mes que se diferenció por encima de la media con 135mm. Si se centra la atención en dicho grafico se destaca que a excepción de septiembre donde llovieron 25 mm menos que el promedio histórico, el resto de los meses superaron al mismo. Como referencia en el período junio a noviembre llovieron 290 mm por encima de la media.

Figura No. 3. Registro de temperaturas medias durante el periodo experimental y la media histórica durante el periodo (1980 – 2009).



Las temperaturas medias mensuales presentan diferencias con el promedio de la serie histórica.

Las temperaturas del período experimental variaron entre 11 y 22 °C, existiendo diferencias con el promedio entre 1980 y 2009. En los meses de agosto y octubre se registraron temperaturas en torno a 1,5 °C por debajo de la media histórica, a diferencia de septiembre y noviembre que superaron la media histórica en magnitudes similares. Los meses de junio y julio prácticamente no tuvieron diferencias con el promedio.

Teniendo en cuenta los datos climáticos presentados anteriormente, podemos considerar que las precipitaciones acumuladas mensuales durante el periodo experimental en promedio estuvieron por encima de la media lo que podría dar la idea de que no fueron una limitante para un buen desarrollo de las especies presentes en el tapiz; no pudiendo afirmarlo con exactitud ya que es un factor que depende de otras variables como por ejemplo el suelo (textura, profundidad, grado de compactación, pendiente, etc). La temperatura estuvo por debajo del rango óptimo durante todo el periodo de estudio, para el caso de las especies con metabolismo C4; siendo la temperatura promedio desde mayo a agosto de 12 °C la cual se encuentra por debajo de la de detención del crecimiento, según lo aportado por Carámbula (1996), donde afirma que las especies estivales (C4) brotan con los calores primaverales, adquieren vigor

desde octubre hasta diciembre y crecen en verano según la disponibilidad de humedad, presentando lozanía durante las sequías normales. Florecen desde octubre hasta abril, ofreciendo su máxima producción en otoño; y reducen su crecimiento con las temperaturas frías y heladas, deteniendo su crecimiento a 15 °C y teniendo un óptimo en 30 – 35 °C, siendo su reposo invernal definido y completo.

En el caso de las especies con metabolismo C3 la temperatura estuvo casi todo el periodo de estudio por debajo de la óptima lográndose alcanzarla únicamente en noviembre fin de ciclo de las mismas; estando desde junio a agosto con temperaturas muy cercanas a su límite de crecimiento ya que según Carámbula (1996), las especies invernales (C3) brotan luego de las primeras lluvias de otoño, adquieren vigor desde abril y su crecimiento invernal depende de la intensidad de las temperaturas bajas, pudiendo llegar a crecer hasta con temperaturas de 5 – 10 °C, siendo su óptimo 20 °C; aunque presentan lozanía frente a las heladas. Su máximo crecimiento se produce en primavera, floreciendo desde septiembre hasta noviembre pero reducen el mismo al mínimo en verano.

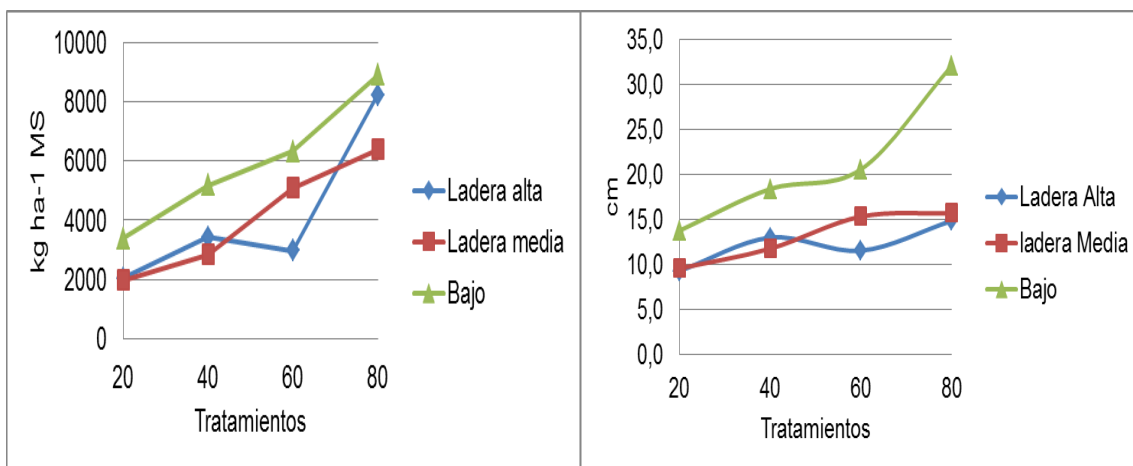
En este caso como es una pastura restablecida se encuentra presente una gramínea implantada (*Festuca arundinacea*) la cual según Carámbula (2002), presenta un buen desarrollo 15 a 20 °C; donde según este análisis las temperaturas que se registraron desde junio a agosto no serían aptas para su buen desarrollo.

Según lo anteriormente expuesto la temperatura dada durante el periodo mencionado no fueron las óptimas para el desarrollo de forraje ni para las especies C4 así como tampoco para las C3, sin embargo teniendo en cuenta su capacidad de crecimiento a bajas temperaturas se puede decir que promedialmente se vieron más favorecidas las especies templadas dado que son capaces de continuar su crecimiento a temperaturas entre 5 y 10 °C y tienen un óptimo más cercano a los que se dieron durante el período experimental. Recién sobre el final de la primavera en el mes de noviembre se registran temperaturas promedio de 22 °C las que serían óptimas para el crecimiento de las especies C3.

4.2 FORRAJE DISPONIBLE/REMANENTE Y ALTURAS

En la figura siguiente se puede visualizar la cantidad de forraje disponible y su altura promedio durante todo el periodo experimental.

Figura No. 4. Forraje disponible por tratamiento medido en kg ha^{-1} MS y altura del mismo medida en cm.



Se puede apreciar que existe una tendencia a aumentar el forraje disponible a medida que se incrementaron los días entre pastoreo, lo cual puede estar explicado por un mayor periodo de crecimiento, coincidiendo con lo expresado por (Carámbula, 1977) donde hace referencia que a mayor periodo entre pastoreos sucesivos la pastura tiene mayor tiempo de crecimiento y por consiguiente el volumen de forraje que se puede generar es mayor. Estos resultados también son coincidentes con lo expresado por Saldanha (2005), Boggiano et al. (2005), quienes encontraron la misma tendencia en trabajos con iguales períodos de descanso a los evaluados en el experimento.

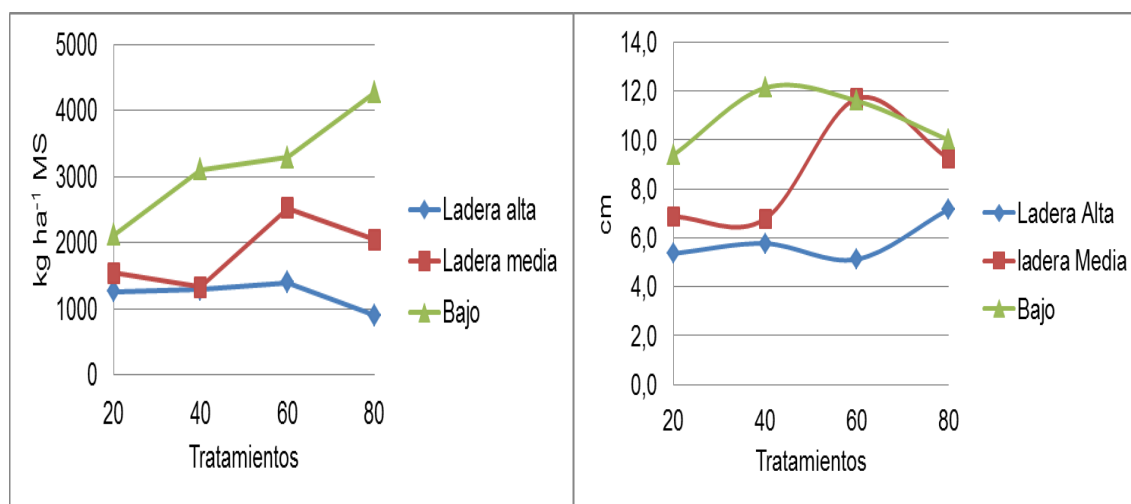
También se puede visualizar que en el bajo fue donde se registraron los mayores valores de forraje disponible, esto puede estar dado por mayores condiciones de fertilidad de esta zona dado que el potrero en donde se realizó el experimento fue anteriormente agrícola (hasta 1980) y son visibles zonas erosionadas en las laderas con deposición de parte de su suelo y mayor contenido de materia orgánica en las zonas bajas. Además en estas zonas períodos cortos de deficiencias hídricas no son tan notables como en las laderas por lo cual el ritmo de crecimiento es más continuo, lo que llevaría a producciones de forrajes más elevadas.

Otro factor que puede estar llevando a este resultado es la presencia de especies diferentes con un mayor potencial de producción; así como una acumulación progresiva de forraje a través de los pastoreos sucesivos por un mayor nivel de remanente ya que en esta zona se registran niveles de forraje remanente superiores a los que se observan en los otros tratamientos (figura No. 4).

La altura disponible sigue la misma tendencia de incrementarse al aumentar el periodo de descanso entre pastoreos siendo su explicación similar al del forraje disponible. La mayor relación de altura con biomasa disponible para la zona baja está explicada por la presencia de especies más cespitosas y erectas de esta zona que acumulan mayor forraje en altura dado por una mayor altura de sus vainas al tener que soportar una lámina cada vez más larga por una búsqueda de la luz en el estrato superior.

A continuación se presentaran los registros de forraje remanente por cada tratamiento así como su altura durante el periodo en estudio.

Figura No. 5. Forraje remanente por tratamiento medido en kg ha^{-1} MS y altura del mismo medida en cm.



Se puede observar es una tendencia al aumento del forraje remanente tanto en el Bajo y en la Ladera Media, a medida que aumenta el periodo de descanso, esto se puede deber a que la cantidad de biomasa disponible supera la capacidad de consumo de los animales lo que determina que los mismos seleccionen una dieta con mayor proporción de hojas jóvenes rechazando las menos palatables las que se endurecen y senecen acumulándose por lo tanto

una mayor cantidad de biomasa remanente, lo cual es coincidente con lo expresado por Saldanha (2005).

En la ladera alta hay una tendencia a disminuir el forraje remanente esto puede estar explicado por un menor crecimiento del mismo producto del tipo de suelo lo que es coincidente con lo reportado por Jaurena et al. (2011) en tapices superficiales. Teniendo en cuenta que esta zona presenta un grado importante de pendiente por lo que la pérdida de suelo durante la agricultura de décadas pasadas fue mayor por lo cual la heterogeneidad de la base en la que sustenta la producción de forraje es más limitante y determina que las tendencias de los comportamientos no sean tan claras. Esto llevaría a una mejora en su aprovechamiento a medida que se incrementa el tiempo de descanso, ya que la biomasa acumulada demoraría mayor tiempo en interceptar el 95 – 100 por ciento de la energía solar incidente (Milot et al., 1987), no llegando a acumular niveles importantes de forraje senescente.

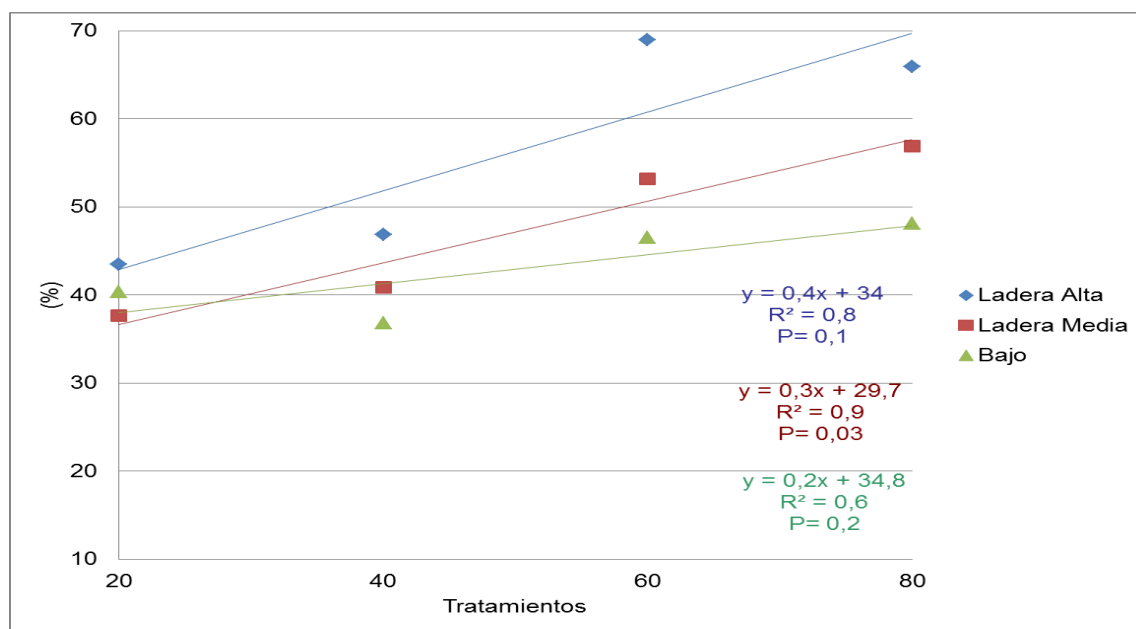
La altura del forraje acompaña la tendencia del remanente en el caso del bajo y la ladera medida a medida que aumenta el mismo la altura de forraje aumenta como consecuencia de que los animales restringen su consumo ya que aumentan el tiempo de manipulación del forraje por cada bocado (Carvalho et al., 2001). En cambio en la ladera alta ocurre una tendencia inversa entre el material remanente y la altura, esto puede estar debido a que los animales dejan plantas aisladas las cuales no son palatables como por ejemplo *Eriyngium horridum*, *Baccharis coridifolia*, y otras gramíneas que pasan al estado reproductivo incrementándose así la altura y se concentran sobre los rebrotes más jóvenes y tiernos.

4.3 PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN

4.3.1 Porcentaje de utilización del disponible

Al ingreso de los animales y luego de la salida de los mismos de la parcela se determinó la disponibilidad de forraje en cada tratamiento, esto permitió calcular el porcentaje de utilización de la pastura. La evolución de dicha variable discriminada por zona topográfica se observa en la figura No. 6 que se presenta a continuación.

Figura No. 6. Utilización del forraje disponible por zona topográfica según tratamiento medido en porcentaje (%).



En el caso de las tres zonas topográficas a medida que aumenta el intervalo en la frecuencia de pastoreo hay un incremento en la utilización del forraje lo cual es coincidente con Saldanha (2005), Boggiano et al. (2005). Registrándose una mayor utilización en la ladera alta posiblemente debido a un menor crecimiento así como a que la mayoría del forraje ofrecido es verde lo que promovería el consumo; a su vez también se podría considerar una mayor explotación de las comunidades de la zona alta y media por una razón que los animales en las estaciones frías generalmente pueden rechazar zonas muy húmedas (las cuales son más "frías").

El menor porcentaje de utilización registrado en el tratamiento 20 puede estar dado por varios factores; por presentar una menor altura lo que hace difícil

el acceso al forraje ya que según Heady y Child, citados por Ayala y Bermúdez (2005), *“un manejo intenso promueve pastos cortos”; “por el contrario al aumentar el periodo de descanso las especies presentan hábitos de crecimiento más erecto y mayor tamaño siendo más accesible”*, (Haynes, 1980). Por otro lado al encontrarse el mayor porcentaje de forraje en estratos inferiores del tapiz determinaría una menor posibilidad de que el animal coseche el mismo (Hunt, 1969). En este sentido también Hodgson, citado por Fernández y Nava (2008) destaca que el estrato inferior es el menos disponible para el animal, indicando que el consumo se restringe cuando la altura de la pastura tiene 6 cm para ovinos y 9 cm para vacunos.

En la Ladera Media se puede observar una tendencia al incremento en la utilización del forraje disponible al incrementar los días de frecuencia de pastoreo esto concuerda con lo dicho por Haynes (1980) con un mayor periodo de descanso el forraje queda más expuesto al diente del animal provocando que una mayor proporción del forraje disponible sea removido por los mismos.

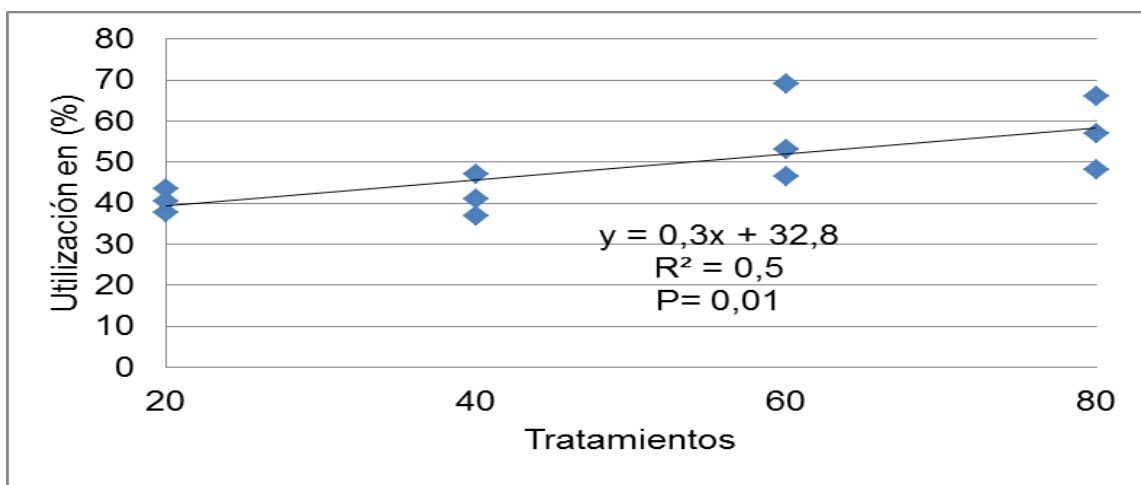
Teniendo presente este comportamiento genera en el tratamiento 20 el menor porcentaje de utilización posiblemente debido a una menor altura del forraje (la cual se da en todos los tratamientos) coincidiendo con Heady y Child, citados por Ayala y Bermúdez (2005), provocando una disminución del consumo. Otro factor que puede estar relacionado es una mayor concentración de forraje en los estratos inferiores de una pastura (Hunt, 1969); mientras que en el tratamiento 80 se da el máximo valor de utilización (Haynes, 1980) posiblemente por una mayor altura del forraje lo que lo hace más propenso a ser utilizado por los animales, así como fomentar el desarrollo de especies de hábito de crecimiento erectos que contribuyen al resultado obtenido.

Observando los resultados obtenidos para el bajo se puede decir que el comportamiento es similar al resto de las zonas, sin embargo lo que se puede detectar es una menor pendiente en el gráfico y una menor utilización que en las dos zonas topográficas descritas anteriormente; este comportamiento puede estar dado a que en el mismo hay siempre un mayor desarrollo vegetativo relacionado con un mayor aporte de especies estivales de mayor tamaño relativo, que sombrean y desplazan las invernales, determinando una disminución de la calidad de la dieta ofrecida (Boggiano et al., 2005). Este mayor desarrollo hace que se genere una mayor acumulación de restos secos generando un rechazo de forraje por parte de los animales coincidiendo con lo expresado por Poppi et al., citados por Montossi et al. (2000) de que las pasturas que tienen más porcentaje de material muerto el consumo se reduce debido a la dificultad para cosechar los componentes verdes. Este comportamiento trae acarreado que si bien predomina una mayor utilización del

forraje a medida que aumenta el periodo de descanso; este incremento sea menor que en las zonas anteriores.

El comportamiento de los tratamientos independiente de su posición topográfica se visualiza en la figura siguiente.

Figura No. 7. Utilización del forraje disponible en el Total según tratamiento medido en porcentaje (%).



El porcentaje de utilización sigue en términos generales la misma tendencia que lo discutido para cada tratamiento; una menor utilización de forraje en el tratamiento de 20 días debido a una menor accesibilidad a los animales y a una mayor concentración de forraje en los estratos más bajos de una pastura estos comportamientos coinciden con trabajos de Hunt (1969), Hodgson, citado por Fernández y Nava (2008).

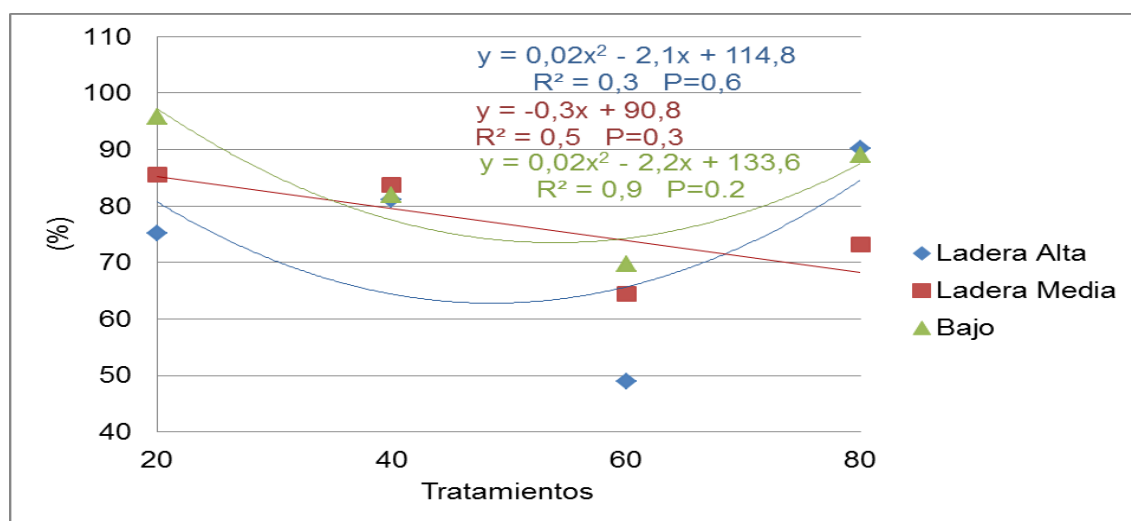
Desde el punto de vista general lo que se ve es una tendencia a incrementarse el porcentaje de utilización, esto puede estar dado ya que la respuesta general al aumento del periodo de descanso fue el incremento en la producción de forraje, en mayor magnitud cuando se pasa de 20 hacia pastoreos menos frecuentes (Boggiano et al., 2005), generando esto posibles aumentos en el consumo por una mayor accesibilidad al forraje esto concuerda con lo expresado por Haynes (1980) provocando una mayor utilización del forraje disponible.

4.3.2 Porcentaje de utilización del crecimiento

En este ítem se va a evaluar los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de utilización del crecimiento según zona topográfica y el obtenido como promedio durante todo el periodo experimental.

A continuación se observa lo que ocurre con la utilización del crecimiento en las diferentes zonas topográficas.

Figura No. 8. Utilización del crecimiento en la Ladera Alta, Ladera Media y Bajo, medido en porcentaje (%).



A partir de la interpretación de los datos obtenidos, se puede inferir que hay factores no tenidos en cuenta para este trabajo que están interfiriendo con el resultado obtenido en alguno de los tratamientos aplicados. Esto se deduce debido al valor bajo de R^2 que indica la baja correlación que hay entre las diferentes frecuencias de pastoreo y el porcentaje de utilización del crecimiento (Ladera alta).

Este bajo valor de correlación puede estar explicado en gran parte por factores relacionados al suelo ya sea como diferencias en sus propiedades físicas o niveles de fertilidad; lo cual puede llevar a lo explicitado por Carámbula (1996) que a diferentes tipos de suelos se le han encontrado asociados diferentes comunidades vegetales.

Por otro lado el bajo valor de utilización de la Ladera Alta de 60 días se pudo haber debido al bajo valor de forraje disponible provocando ello una

menor accesibilidad siendo esto concordante con lo expresado por Hunt (1969), Hodgson, citado por Fernández y Nava (2008). En esta zona topográfica se pudo apreciar un mayor aporte de pastos cortos como puede ser *Paspalum notatum*, así como de malezas enanas que podrían estar contribuyendo al resultado obtenido (Haynes, 1980). A su vez se debe tener en cuenta que en la ladera alta es donde se dan la mayoría de los menores valores de utilización.

La tendencia general de utilización del crecimiento en la ladera media, fue que a mayor periodo de descanso se produjo una menor utilización del crecimiento. Esto puede estar explicado a que las plantas se van endureciendo producto del cambio de estado, (Gerváz y Indarte, 1995).

Teniendo en cuenta esos resultados, se debe mencionar que el *“contenido de fibra como el de lignina de la pared celular vegetal, afectan la velocidad y conclusión de la digestión de la celulosa y hemicelulosa, mientras el grado de lignificación depende del estado de madurez de la planta”* (Langer, 1970).

Esto provoca un mayor nivel de selección del forraje concordando con Chacon y Stobbs (1976), Van Dyne et al. (1980), Clark et al. (1982), Hodgson (1982, 1985, 1990), L’Huiller et al. (1984), Millot et al. (1987), Vallentine (1990), llevando esto a una reducción del consumo (Poppi et al., citados por Montossi et al., 2000) todos estos factores provocarían un detrimento en la utilización.

La mayor utilización del crecimiento del forraje producido observada en el tratamiento 20 puede estar determinada, debido a una *“menor producción de forraje y rebrotes más lentos”* (Carámbula 1977, Formoso 2000), así como también a un menor nivel de rechazo ya que este tratamiento promovería una mayor proporción de hojas más jóvenes (Mérola y Rodríguez, 1985).

En el caso del Bajo la tendencia observada en el grafico es a medida que se alarga el intervalo entre pastoreo hasta el tratamiento 60 disminuye la utilización del crecimiento luego en el tratamiento 80 se observa una leve tendencia a incrementarse.

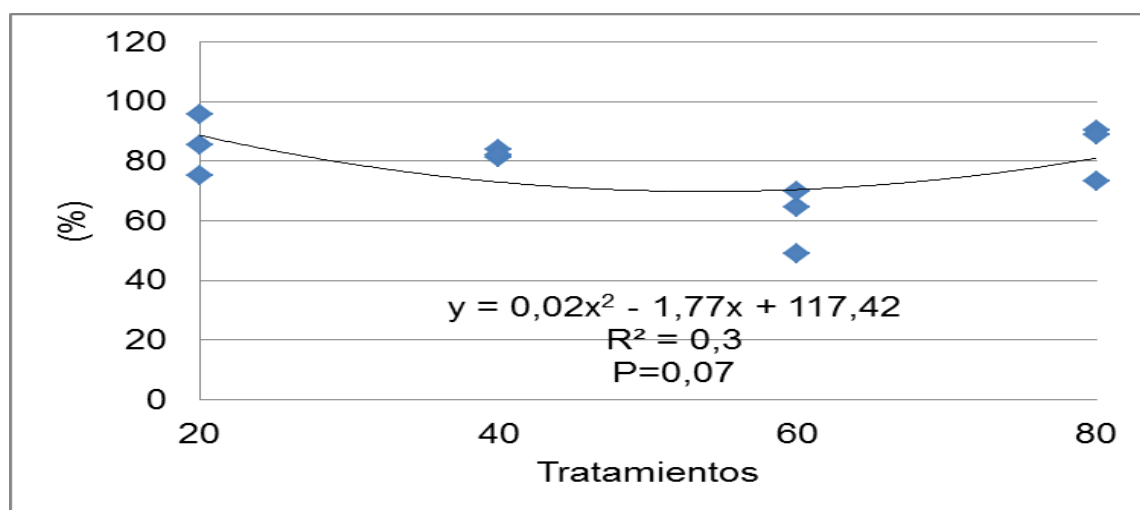
El mayor valor de utilización en 20 puede estar dado a que presenta un menor crecimiento de forraje lo que lleva a que el animal con un consumo menor logre ya utilizaciones mayores que en los otros tratamientos ya que su consumo será restringido por la menor altura (Hodgson, citado por Fernández y Nava, 2008). El manejo más frecuente de este tratamiento origina defoliaciones más intensas provocando que el contenido de materia orgánica y de proteína cruda se incrementen significativamente (Ayala y Bermúdez, 2005), contribuyendo al resultado obtenido.

La tendencia producida hasta el tratamiento 60 puede estar dada debido a que a medida que se incrementa el periodo de descanso hay un nivel mayor de rechazo debido a que se acumula un mayor nivel de restos secos y el animal tiende a consumir siempre mayor proporción de material verde concordando con Chacon y Stobbs (1976), Van Dyne et al. (1980), Clark et al. (1982), Hodgson (1982, 1985, 1990), L'Huiller et al. (1984), Millot et al. (1987), Vallentine (1990), así también como características estructurales pueden estar tomando partido en este resultado (Carvalho et al., 2001).

La tendencia que se registra en el tratamiento 80 se puede relacionar con una mayor producción de forraje que se registra en el bajo concordando con Boggiano et al. (2005), que a su vez es magnificada por el mayor periodo de descanso, lo que provoca una disminución de calidad (Saldanha, 2005) fomentando de esta manera la posibilidad de selección de los animales (Ayala et al., 1993). Esto provocaría un *“mayor consumo de hojas vivas”* (Montossi et al. 2000, Saldanha 2005) aumentando indirectamente la utilización del crecimiento.

En la siguiente figura se visualiza la evolución de la utilización del crecimiento total de forraje durante el periodo en estudio.

Figura No. 9. Utilización del crecimiento promedio en el Total de los tratamientos medido en porcentaje (%).



Lo que se puede observar en este grafico es que hay una baja correlación entre los datos obtenidos y los tratamientos diferenciales aplicados; esto puede estar determinado por factores ambientales, de tipo edáfico o particularmente relacionado a la pastura o el animal.

Esta baja correlación existente puede estar dada mayormente por el tratamiento de 60 días y en la ladera alta.

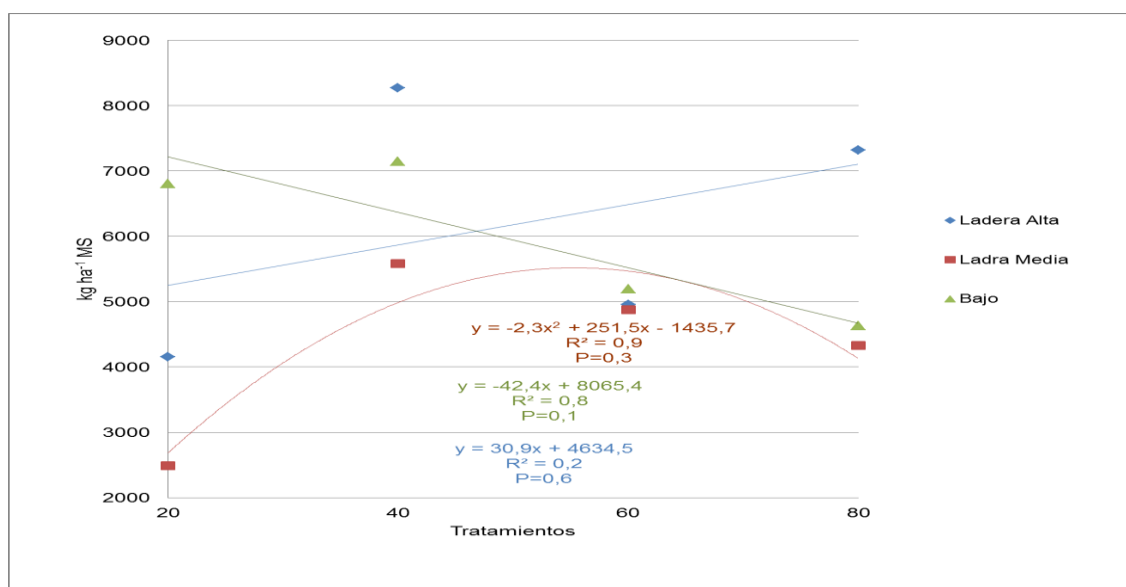
Dicho valor puede estar explicado por una menor accesibilidad al forraje (Hunt 1969, Hodgson, citado por Fernández y Nava 2008), ya sea por un menor desarrollo del mismo o producto del tipo de vegetación presente (Haynes, 1980). También puede aparecer como factor determinante de este resultado los relacionados con el tipo de suelo presente en esta zona (Carámbula, 1996).

Existe un mayor valor porcentual del forraje utilizado en base al crecimiento frente al disponible lo cual es explicado a que la mayor proporción de la biomasa disponible se concentra en los estratos inferiores el cual es generalmente inaccesible para el animal. Esto concuerda con lo reportado por García (1995) quien afirma que cuando la altura de corte se realiza a 4,5 cm del nivel del suelo se está muestreando aquella porción del tapiz que el animal normalmente puede cosechar, pero si el muestreo se realiza a nivel del piso lo que sucedió en este caso, se está contabilizando el forraje existente en el estrato inferior inaccesible al animal y de esta forma la estimación del rendimiento de forraje será mayor. Estas diferencias pueden llegar a ser importantes si se considera que la cantidad de forraje en el estrato inferior pueden oscilar entre 2 y 4 t/ha de materia seca. Bajo cualquier sistema de pastoreo, el porcentaje de utilización del forraje que está por encima de 4 - 5 cm siempre es mayor que el del estrato inferior por lo que al estimar el forraje utilizable en determinado período en una presupuestación forrajera si se usan datos obtenidos bajo corte como predictores de la producción de forraje los porcentajes de utilización que se usen deben ser mayores a los que normalmente se estiman con muestreos tomados al ras del suelo (Carámbula, 1996).

4.3.3 Forraje desaparecido

El valor así como su variación a través del tiempo se analizan comenzando por la ladera alta.

Figura No. 10. Forraje desaparecido por zona topográfica (Ladera Alta, Media y Bajo) medido en $\text{kg ha}^{-1} \text{MS}$ durante todo el periodo de estudio.



La tendencia del forraje desaparecido en la ladera alta es a incrementarse a medida que aumenta el periodo de descanso entre pastoreos consecutivos, si bien este resultado concuerda con los obtenidos por Haynes (1980) ya que hay una mayor utilización del mismo; se debe de tener presente que el valor de R^2 es muy bajo lo cual indicaría que hay otros factores que están influyendo sobre este valor y que no son tenidos en cuenta.

Posiblemente gran parte del bajo valor de R^2 sea a consecuencia del alto valor de forraje desaparecido que se da en la ladera alta del tratamiento 40 lo cual puede estar explicado por una mayor contribución al volumen de forraje de la especie *Festuca arundinacea*; la cual es de tipo productivo fino lo que llevaría a un incremento del consumo por parte de los animales al ser más palatable coincidiendo con Robbins et al. (1987), Vallentine (1990). Ocasionando de esta manera dicho incremento diferencial en el valor de desaparecido del tratamiento 40.

Mientras en lo que se refiere a la ladera media se observa una tendencia a incrementar el forraje desaparecido hasta el tratamiento 60 luego hay una leve caída hacia el tratamiento 80.

En el tratamiento 20 el consumo animal está limitado ya sea por una menor producción de forraje coincidiendo con Boggiano et al. (2005), o por una menor altura del mismo lo que proporciona un acceso limitado (Hunt 1969, Hodgson, citado por Fernández y Nava 2008).

La tendencia creciente que se da hasta la frecuencia 60 puede estar determinada por un incremento en el desarrollo del forraje a medida que se extiende el periodo entre pastoreos (Carámbula 1977, Boggiano et al. 2005, Saldanha 2005), lo que es acompañado de una mayor altura del mismo, quedando más expuesto a ser consumido por el animal (Haynes 1980, Goncalves et al. 2009).

En el tratamiento de 80 días ocurre una disminución del forraje desaparecido lo que puede estar explicado, porque al darse un incremento muy alto en la producción de forraje hay un mayor nivel de sombreado generándose mayor contenido de restos secos que llevaría a un mayor nivel de rechazo disminuyendo así el forraje desaparecido coincidiendo con Vallentine (1990), Poppi et al., citados por Montossi et al. (2000).

Otros factores que pueden estar actuando podrían ser:

- que el animal reduzca su consumo ya que demora más tiempo entre bocados por un mayor tiempo de “*manipuleo del forraje debido a láminas más largas*” (Carvalho et al., 2001), así como niveles mayores de fibra y lignina (Langer, 1970).

- Así como una mayor presencia de malezas de campo sucio, las cuales son de menor palatabilidad o no palatables (*Baccharis coridifolia*, la cual es toxica) y a su vez pueden interferir con la recolección eficiente del forraje ejemplo (*Eriyngium horridum*, por presencia de espinas en sus hojas).

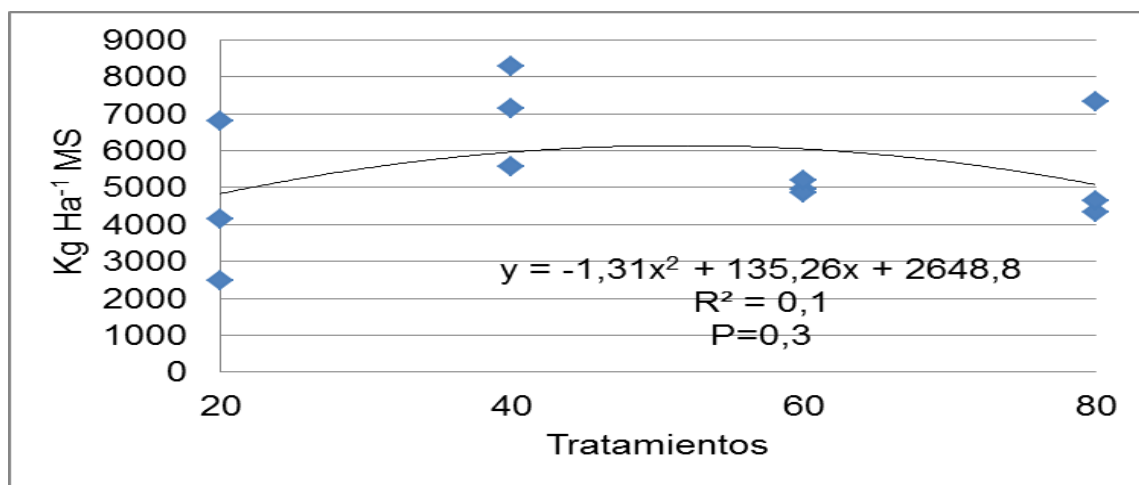
En el bajo hay un comportamiento que se ajusta a un modelo lineal donde a menor frecuencia de pastoreo menor forraje desaparecido. Lo que ocurre aquí es que en el tratamiento 20 hay una menor cantidad de forraje disponible (Boggiano et al., 2005), con una altura menor (Hunt 1969, Hodgson, citado por Fernández y Nava 2008); donde hay una mayor relación verde/seco lo que promovería el consumo.

Luego a medida que se extiende el periodo entre pastoreos el forraje disponible comienza a incrementarse “*generándose así una mayor posibilidad de selección*” (Montossi et al., 2000) lo que provoca que se generen niveles superiores de rechazo por parte de los animales (Nabinger et al., 2009), ocasionando una disminución del forraje desaparecido.

Este mayor nivel de rechazo que se da a medida que se aumenta el disponible puede estar dado por incrementos en los niveles de restos secos, disminución de calidad del forraje (Langer 1970, Van Soest, citado por Valentine 1990), o a un aumento del tiempo de manipulación del mismo (Carvalho et al., 2001), lo que lleva todo esto a una disminución del consumo.

En la figura No. 11 se presenta los resultados obtenidos en la variable forraje total desaparecido durante el periodo experimental.

Figura No. 11. Forraje desaparecido total por tratamiento medido en kg ha⁻¹ MS.



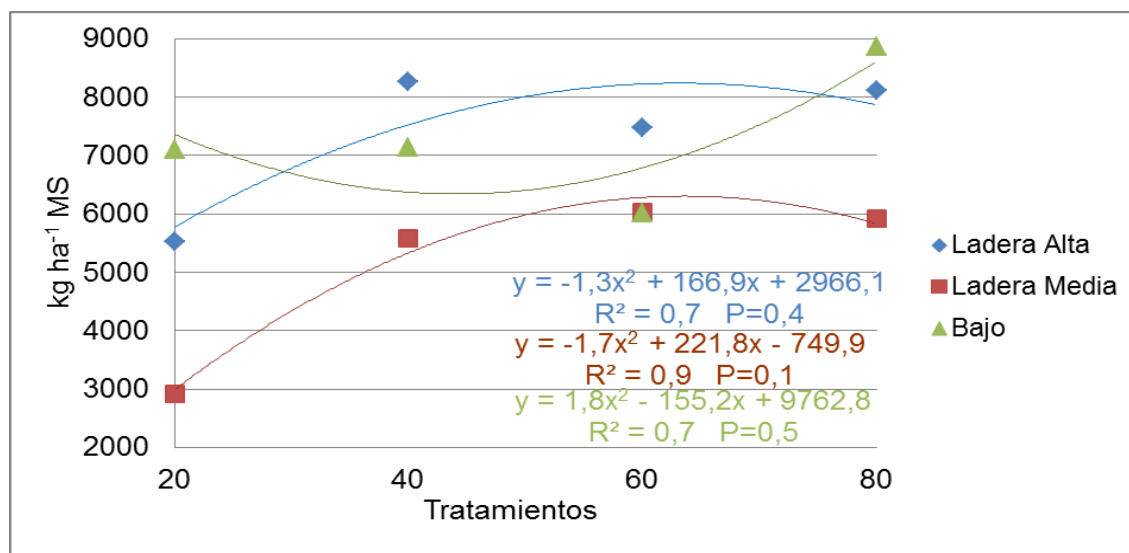
Se observa en el grafico una gran dispersión de los valores; a su vez presentan un bajo factor de correlación entre ellos. Lo que deja entrever que gran parte de la variación entre los valores observados no son producto de los tratamientos diferenciales aplicados en el trabajo. Estos corresponden a factores ajenos al experimento o no tenidos en cuenta dentro de la variación; como pueden ser factores intrínsecos relacionados con la pastura, el animal, y/o el medio que los rodea en los cuales estarían el suelo y el clima.

Siendo tan dispersa la variación de datos que no se puede identificar ningún valor como el posible causante de estar generando esta disminución en el R^2 .

4.4 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

La producción de forraje, dicho indicador fue calculado en base a la sumatoria de la diferencia entre el disponible y el remanente del pastoreo anterior. Se comenzara analizando en primera instancia la producción de forraje de la ladera alta durante el periodo de estudio.

Figura No. 12. Producción de forraje por zona topográfica medido en kg ha^{-1} MS durante el periodo experimental.



En el gráfico se puede identificar que en la zona de la ladera alta a medida que aumenta los días entre pastoreos se incrementa la producción de forraje con incrementos decrecientes, este desempeño concuerda en parte con lo expuesto por Boggiano et al. (2005) donde expresan que *“la respuesta general al aumento del periodo de descanso fue el incremento en la producción de forraje, en mayor magnitud cuando se pasa de 20 hacia pastoreos menos frecuentes”*.

La tasa decreciente de incremento puede estar explicada a que *“si bien como se ha expresado la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura o de la época del año en que se realice, el elemento que determina la longitud del periodo de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje aspecto*

que será demacrado en teoría por el IAF óptimo” (Carámbula, 1977), superado este umbral el crecimiento se reduce. En consecuencia a esto el indicador que va a determinar “el área foliar optima de entrada a pastorear es el filocron; y a pesar de que el mismo sea relativamente constante para un determinado genotipo en un determinado ambiente, es considerable la variación entre especies y cultivares, que necesita ser conocida para que este indicador pueda ser usado en las decisiones de manejo o comparación de materiales; y o en estudios de efectos de tratamiento que afecten el crecimiento. Tampoco se debe de perder de vista a otros factores que afectan el filocron tales como temperatura vernalización, fotoperiodo, calidad e intensidad de la luz” (Nabinger, 1997).

Estando en concordancia con lo expresado anteriormente es importante tener en cuenta según Nabinger (1997) *“que el número máximo de hojas vivas por macolla es una constante genotípica independiente da temperatura. Esto indica que el efecto simultáneo de la temperatura sobre la velocidad de surgimiento de hojas y sobre la duración de vida se da en una relación relativamente constante: Toda aceleración en la velocidad de surgimiento se acompaña de una disminución equivalente de su duración. Los mecanismos de senescencia foliar pueden ser, en ciertas situaciones ocasionados por déficit hídrico o de nitrógeno, relativamente acelerados independiente de los mecanismos de crecimiento foliar, lo que puede conducir a una ligera modificación del número máximo de hojas por macolla”.*

En la ladera media al igual que en la zona anterior hay una tendencia a un incremento en la producción de forraje a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo, coincidiendo con Ayala y Bermúdez (2005) donde en estudios realizados *“la frecuencia de defoliación afecto significativamente los rendimientos en todos los años evaluados así como al total acumulado. A medida que se extiende el periodo de descanso desde 30 a 90 días la producción de materia seca se incrementó en todos los casos”.*

Se debe tener presente que la velocidad de incremento es decreciente posiblemente producto de una acumulación de material muerto que interfiere con la captación de luz por parte de las hojas ubicadas en las zonas inferiores del dosel. Según Chapman y Lemaire (1993), cuanto mayor sea la IAF (área de la hoja en el canopy dividido por el área de suelo) de una pastura mayor es la proporción de radiación incidente interceptada por el follaje, y durante el rebrote el pasto aumenta la tasa de crecimiento hasta el punto de 95-100% de luz interceptada.

Nabinger (1997) expreso que en condiciones donde el crecimiento no es limitante, el potencial de rebrote de una pastura está determinado por la

velocidad de emisión de hojas. El tamaño de las hojas es igualmente determinado por la velocidad de aparición. La duración del periodo de elongación de una hoja es inversamente proporcional a su velocidad de elongación; la velocidad de aparición de hojas es el parámetro morfológico más determinante de las características estructurales de una pastura. La duración de vida de las hojas determina el número máximo de hojas vivas sobre una macolla, lo que permite determinar dos características esenciales de la dinámica de crecimiento de una pastura después de un corte:

- La duración de la fase corte-inicio de la senescencia foliar.

- La máxima cantidad de biomasa viva acumulada.

El comportamiento que se observa en el bajo es diferente a lo observado anteriormente ya que la tendencia de la gráfica no es tan clara de un incremento en la producción a medida que se aumenta el periodo de descanso, sino que hay una leve tendencia a disminuir lo producido hasta 60 y luego hay un incremento en el tratamiento de 80 días.

Este comportamiento se debe a una acumulación de forraje que provoca un detrimento en la producción de forraje por sombreado, *“ya que la falta de luz en la base de los tallos disminuye el macollaje, y las hojas viejas residuales son fotosintéticamente menos activas”* (Methol, 1989), teniendo en cuenta que en el bajo es donde se registró siempre un mayor volumen de forraje disponible lo que ocasiona un mayor nivel de remanente por el rechazo de los animales (Poppi et al., citados por Montossi et al., 2000).

Según Hodgson (1990) hay que tener presente que la tasa de producción neta, la cual varía muy poco en un rango amplio de la pastura, en los extremos, por un lado con manejos severos y por el otro con manejos aliviados, detecta baja eficiencia de crecimiento y baja eficiencia de utilización respectivamente; a su vez la tasa de acumulación neta de biomasa es máxima cuando se alcanza el mayor IAF, como las hojas en las capas inferiores de la cubierta están sombreadas por debajo de su punto de compensación, la luz incidente no cubre los requerimientos para que no haya una pérdida neta de carbono a través de estas hojas, a través de la respiración. Las hojas sombreadas finalmente mueren mientras que otras hojas pasan a la capa de sombra y pasar debajo del punto de compensación de luz, el rendimiento máximo se alcanza cuando las tasas de producción bruta de los tejidos son igualadas por las tasas de muerte del tejido y no hay acumulación neta de biomasa (Chapman y Lemaire, 1993).

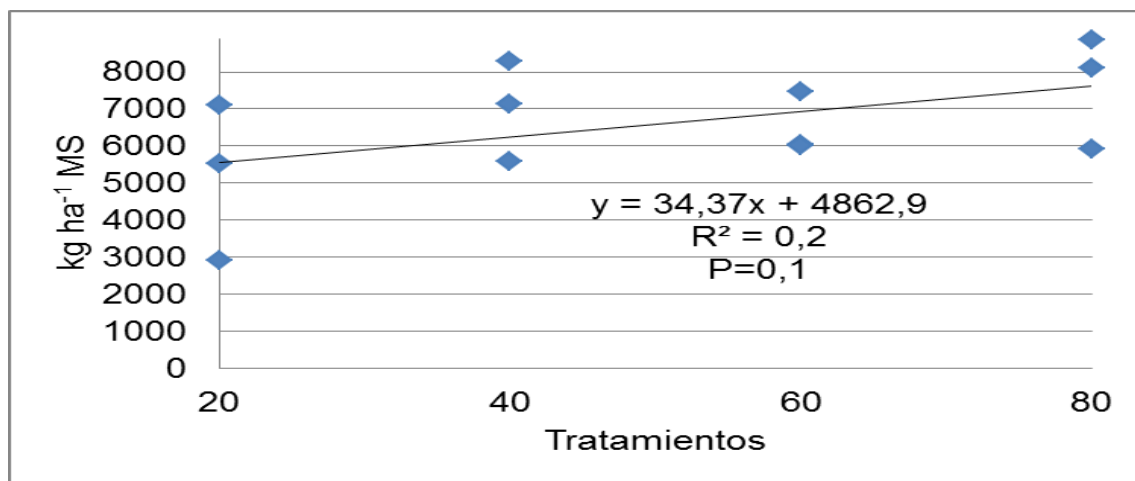
El incremento registrado en el tratamiento 80 puede ser a causa que *“el manejo aliviado no sólo presenta un mayor aporte de las gramíneas, sino que*

dentro de estas, hay una mayor expresión de los pastos erectos, más productivos, aunque decaen en su calidad fácilmente cuando se manejan con descansos excesivos” (Heady y Child, citados por Ayala y Bermúdez, 2005), dichas especies pueden ser *Festuca arundinacea*, *Paspalum quadrifarium*, *Paspalum urvillei*, los cuales pueden llegar a producir más debido a que compiten mejor por la luz lo que ocasiona que su índice de área foliar óptimo sea mayor (Methol 1989, Nabinger 1997).

El grado en que los mismos pierden su calidad depende “del grado en que la hemicelulosa este incorporadas con la celulosa en las paredes celulares, y en la cantidad de lignina depositada dentro y sobre las paredes celulares. Este material duro fortalecedor, lignina, depositado en las paredes celulares es de digestibilidad solo lenta o nula; así tanto el contenido de fibra como el de lignina de la pared celular vegetal, afectan la velocidad y conclusión de la digestión de la celulosa y hemicelulosa, donde el grado de lignificación depende del estado de madurez de la planta” (Langer, 1970).

Se presenta a continuación la variación de la producción de forraje por tratamiento durante el periodo en análisis.

Figura No. 13. Producción de forraje total por tratamiento medido en kg ha⁻¹ MS.



A partir del grafico apreciamos una tendencia a incrementar la producción de forraje a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo donde dicho comportamiento concuerda con resultados de trabajos realizados por Ayala y Bermúdez (2005), Boggiano et al. (2005).

Pero se debe tener en cuenta el valor de R^2 , el cual es muy bajo lo que da idea que hay otros factores que están interfiriendo de manera importante con el resultado obtenido, aparte de la frecuencia de pastoreo. Donde el valor que podría estar generando el mayor peso en la disminución del valor de R^2 sería el de la ladera alta del tratamiento de 20 días, debido a que es el que se encuentra más alejado de la nube de puntos.

Dicho valor tan bajo podría ser en consecuencia de las características del suelo en el cual se encuentra, el cual tiene una historia agrícola importante pudiendo ser el mismo deficiente en algunos nutrientes (Cooper y Tainton, citados por Zanoniani, 2010), a su vez se magnificaría el resultado al manejarlo con frecuencias de pastoreos altas *“lo que determinaría una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, originando menor producción de forraje y rebrotes más lentos. Disminuciones marcadas de las reservas conllevan al debilitamiento de la planta, a mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades y a la muerte”* (Formoso, 2000), concordando con esto Boggiano et al. (2005).

Otro factor importante a tener en cuenta serían las condiciones climáticas las cuales podrían estar afectando de acuerdo a lo reportado por Saldanha, citado por Cardozo (1999), Altesor et al. (2006).

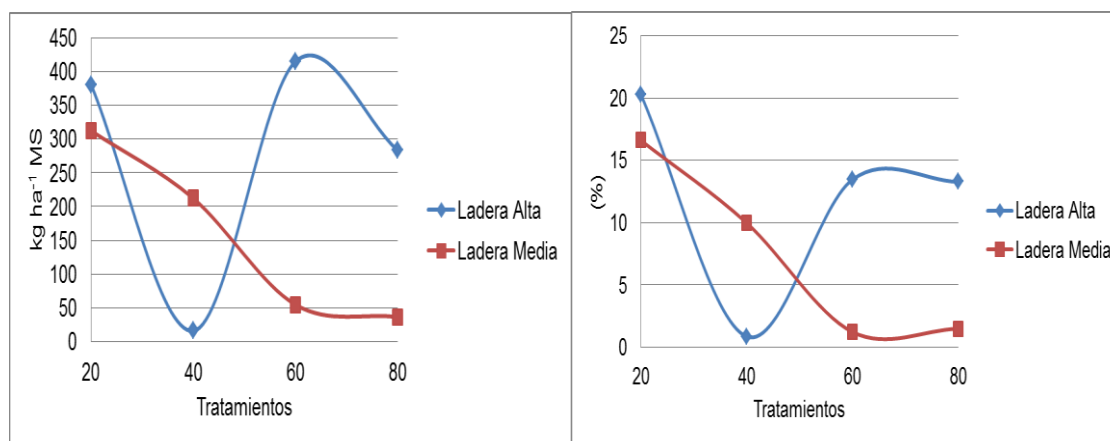
4.5 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

4.5.1 Especies estudiadas

4.5.1.1 Especie *Stipa setigera*

A continuación se presenta la evolución de la especie *Stipa setigera* durante el invierno frente a diferentes frecuencias de pastoreo.

Figura No. 14. Producción de forraje total por tratamiento medido en kg ha⁻¹ MS.



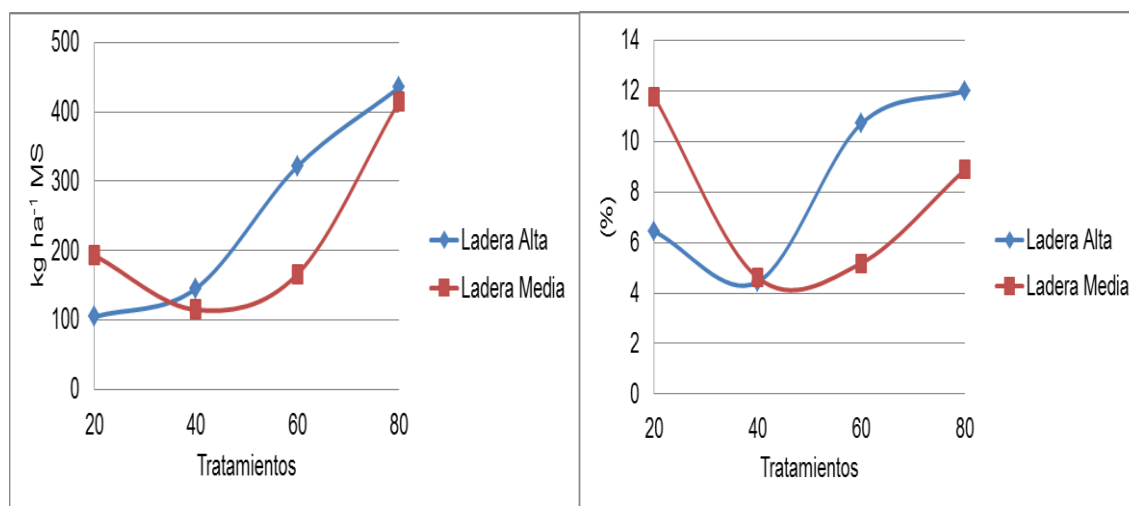
El comportamiento de esta especie es similar, al comparar su contribución en porcentaje y kg de MS ha⁻¹, (ver anexo 1 y 2). En el caso de la ladera media y la ladera alta a excepción de los tratamientos de 60 y 80 días; dichos valores tienden a descender a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo, lo que puede ser debido a consecuencia de un mayor consumo por parte de los animales ya que la misma es una especie tierna – fina. Esta característica la hace que presenten una “*apetecibilidad prolongada*” según Rosengurtt (1979), o una respuesta intrínseca de esta especie a este manejo, no descartando la causa de un mayor sombreado generado por un mayor tiempo de recuperación si bien Brougham (1956) expresa que en “*invierno es posible realizar pastoreos con intervalos menores, pues el IAF óptimo es más bajo que en otras épocas del año. Asimismo intervalos menores impiden no solo un menor sombreado por los estratos superiores sino que además existen perdidas menores de hojas por muerte y descomposición de los estratos inferiores; en verano por el contrario, intervalos mayores permitirán alcanzar una más alta producción*”.

Los mayores valores de contribución observados en el tratamiento de 20 días donde se ve una diferencia a favor de la ladera alta pueden estar dados como consecuencia de una mayor implantación de nuevas plántulas, por mayor posibilidades de resiembra en tapices con más porcentaje de suelo descubierto y menor competencia de otras especies lo que estaría dado por un menor crecimiento y/o el efecto del pastoreo; Zanoniani (2012) en base a trabajos científicos en *“Stipa setigera encontró una mayor densidad de plantas en los tratamientos con bajos niveles de N y de OF, lo que podría responder a una moderada capacidad de competencia inicial en ambientes intensamente pastoreados siempre y cuando existan bajos niveles de fertilidad. En ambientes más pobres encontraría una vegetación menos densa y menos competitiva, permitiendo la instalación de nuevas plantas, favorecida por su sistema de dispersión por sus frutos, lo que fomentaría la idea de su capacidad colonizadora temprana en ambientes altamente disturbados”*.

En el bajo no hubieron registros de esta especie por lo cual no aparece en el gráfico, dicha no presencia puede estar dada según lo expresado anteriormente (competencia con otros componentes de la vegetación herbácea) o a requerimientos específicos de dicha especie los cuales no fueron tenidos en cuenta dentro de este trabajo.

En el siguiente grafico se presenta el desempeño de la misma durante la primavera con respecto a los diferentes tratamientos aplicados.

Figura No. 15. Evolución de la especie *Stipa setigera* durante primavera en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



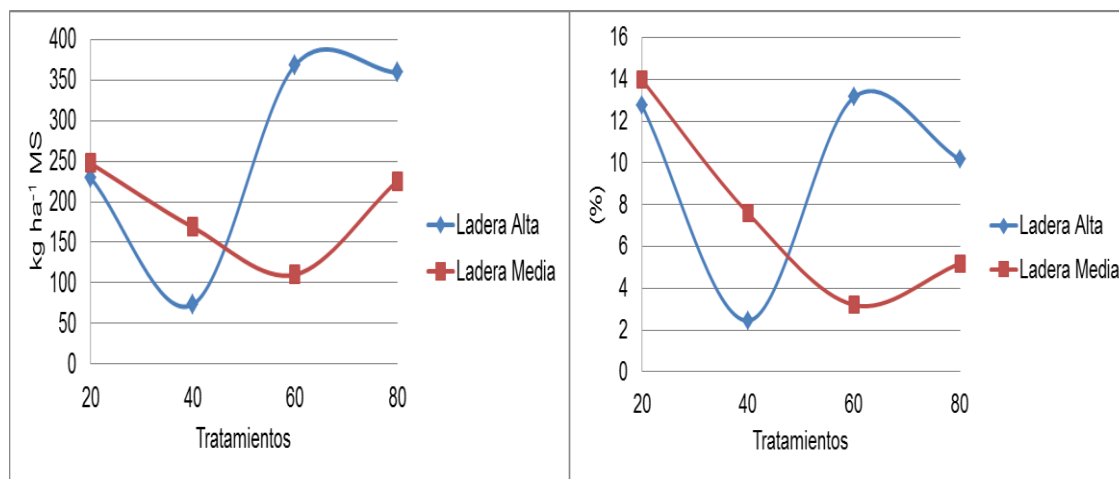
Con respecto al análisis del comportamiento de dicha especie durante la primavera se puede afirmar que hay una concordancia en la tendencia entre el aporte de forraje que hace dicha especie en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje.

Se observa un incremento a medida que se extiende el periodo de recuperación entre pastoreos sucesivos lo cual puede estar sucediendo como consecuencia de un mayor desarrollo de dicha especie concordando con Carámbula (1996) que sostiene que las especies C3 presentan su máximo crecimiento durante la primavera, a su vez este mayor desarrollo es favorecido por una menor preferencia por presentar esta especie frutos muy agresivos según Rosengurtt (1979) describe que los frutos adhesivos o punzantes son frecuentes, pero llegan a originar dificultades serias en pocas especies. La agresividad dura periodos cortos en las flechillas y otras, pasando inadvertidas o enterradas el resto del año.

No se registró presencia de la especie en el bajo en ningún tratamiento por esa razón no aparece graficado la evolución de la misma.

A continuación se analizara la evolución promedio de dicha especie durante el periodo experimental.

Figura No. 16. Evolución de la especie *Stipa setigera* durante el periodo en estudio en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).



Se aprecia en primer lugar es una tendencia en ambos caso tanto en kg MS ha^{-1} como en %, a disminuir en la contribución de forraje por parte de dicha especie, en el caso de la ladera alta hasta el tratamiento 40 y en la ladera media hasta el tratamiento de 60 días; luego de esto ocurre una tendencia a incrementarse el aporte.

Este decrecimiento que se da en la primera etapa puede ser una consecuencia de una menor área de suelo descubierta lo que generaría menor porcentaje de resiembra de nuevas plántulas, a su vez al incrementarse el periodo entre pastoreo se incrementaría la competencia con otras especies concordando con lo expresado por Zanoniani (2012). Otros factores que pueden estar causando este comportamiento pueden ser un sobre pastoreo causado como consecuencia del tipo productivo de esta especie, (tierno-fino) (Rosengurtt, 1979), así como un mayor sombreado causado por periodos de recuperación mayores (Brougham, 1956).

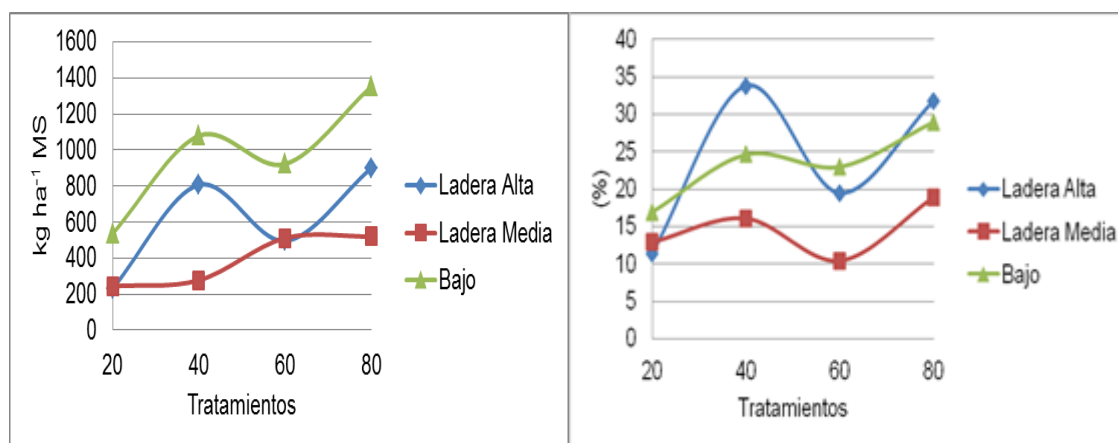
En cambio el incremento producido en los tratamientos 60 y 80 de la ladera alta y en el de 80 de la ladera media puede estar explicado por un efecto benéfico del sombreado debido a que en una zona aledaña a las parcelas en las cuales fue realizado el trabajo se encuentra un monte de *Eucalyptus*; donde según Wilson et al., Blesky, citados por Zarza (2002), *“el efecto benéfico de la sombra bajo la canopia de los árboles es atribuido al aumento de la actividad microbiana y de las lombrices de tierra en los estratos más superficiales, los cuales se encuentran más fríos y mantienen por más tiempo la humedad del suelo luego de una lluvia, comparado con la situación de pleno sol. En la zona cercana al tronco del árbol se produce un incremento del nitrógeno del suelo, que puede atribuirse al mayor sombreado, y a un déficit hídrico levemente mayor que en el resto de la canopia, esto determina las diferencias registradas en el crecimiento de la pastura, y un aumento en el contenido de la planta, comparado con zonas intermedias entre árboles”*.

No apareciendo representada la evolución de dicha especie en el bajo debido a que en todo el periodo de estudio no se registraron datos de la misma en dicha zona.

4.5.1.2 Especie *Festuca arundinacea*

A continuación se presenta la evolución de *Festuca arundinacea* durante la estación de invierno según los diferentes tratamientos.

Figura No. 17. Evolución de la especie *Festuca arundinacea* durante invierno en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



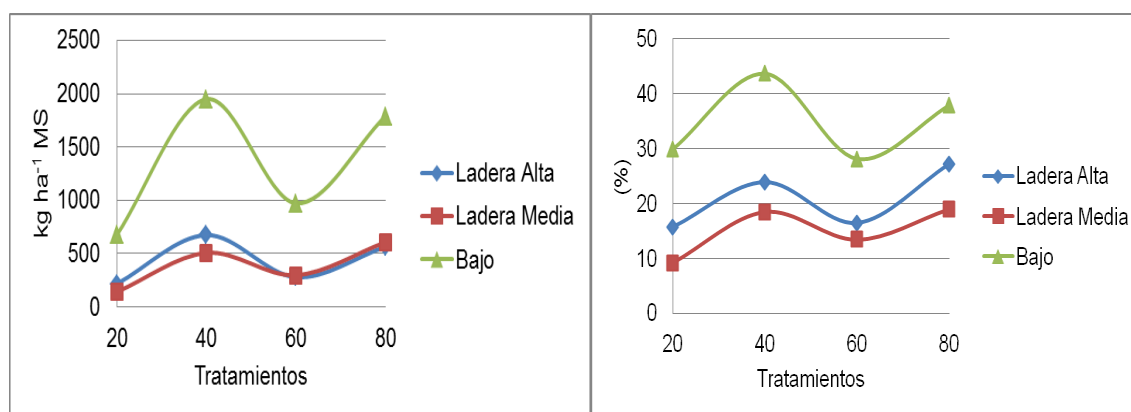
Hay una tendencia a incrementar la contribución de *Festuca arundinacea* a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo, si bien su tendencia se comparte entre % y kg de MS ha⁻¹ hay una menor aporte del bajo en el caso del %, lo que puede estar explicado por la competencia con otras especies como pueden ser *Paspalum quadrifarium* y *Paspalum urvillei*, las cuales tienen un tipo de crecimiento cespitoso más erecto con mayor desarrollo en altura; permitiéndole esto, y que las mismas son de ciclo vegetativo estival acumular forraje desde verano lo que ofrece en todo su conjunto un mayor poder de competencia frente a la *Festuca arundinacea* que presenta el mismo tipo vegetativo, pero con un ciclo productivo invernal (Rosengurtt, 1979).

La tendencia general que se observa en ambos gráficos es que a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo se incrementa la contribución de dicha especie lo cual coincide con resultados obtenidos por otros autores expresándose que los periodos de descanso permitieron un refinamiento del campo, elevando la contribución de los pastos finos por aumentos en la frecuencia de *Festuca arundinacea*, *Paspalum dilatatum* y *Stipa setigera*, especies cespitosas que desplazan las especies postradas y a las malezas enanas (Debellis et al. 1995, Boggiano 2005). En este sentido sostienen que dentro de las tribus invernales las festuceas fueron las que tuvieron su mayor contribución porcentual en los manejos de 40, 60 y 80 días, siendo el valor mínimo en el pastoreo continuo. Las principales especies que mayor

contribución realizaron fueron la *Festuca arundinacea* y *Lolium multiflorum*, que si bien se adaptan a pastoreos frecuentes, su contribución mayor la hacen en aquellos pastoreos con más días de descanso dado el hábito más erecto.

A continuación se presenta la figura No. 18, la cual muestra la evolución de *F arundinacea* durante la estación de primavera.

Figura No. 18. Evolución de *Festuca arundinacea* durante primavera en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



En la primavera se observa una contribución mucho más diferencial de la *Festuca arundinacea* en el bajo (ver anexo 1 y 2), si bien se sigue manteniendo la misma tendencia que en los gráficos anteriores durante la estación de invierno donde a mayor intervalo entre pastoreo mayor producción de dicha especie lo que coincide con trabajos realizados por Debellis et al. (1995), Boggiano (2005).

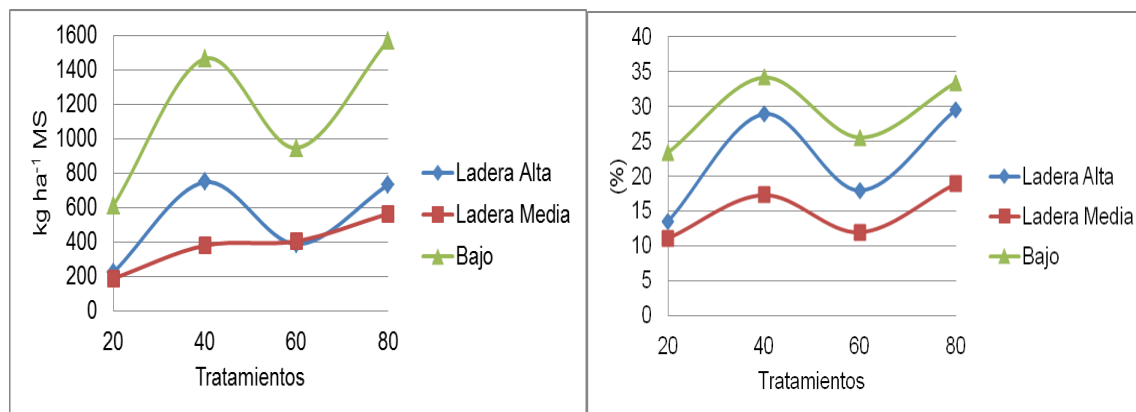
Esta mayor contribución se puede deber a una mayor adaptación de la especie a este tipo de zona (Bajo) lo cual según Mazzitelli, Zanoniani, citados por Martínez (2005) los cuales afirman que suelos ubicados en los bajos son más profundos, de mayor fertilidad, con mayor humedad en el período estival, estas características con un adecuado manejo del pastoreo permiten lograr producciones comparables a las mejores praderas cultivadas; y sumando a esto a medida que transcurrió el experimento los animales consumieron los restos secos de las especies estivales y las bajas temperaturas redujeron su crecimiento por lo cual compitieron menos con la *Festuca arundinacea*.

Esta mayor adaptación podría estar dada según Cowan, citado por Carámbula (2002) a que la misma "es una especie de raíces profundas muy apropiada para suelos pesados, fértiles y húmedos".

A su vez en esta época es donde se produce el máximo crecimiento de las especies C3 lo que generaría un mayor nivel de rechazó, incrementándose aún más el mismo ya que en esta época es donde ocurre el cambio de estado pasando del vegetativo al reproductivo, lo que ocasiona un endurecimiento de los pastos disminuyendo la palatabilidad de los mismos coincidiendo con Rosengurt, citado por Carámbula (1996, 1977). Su máximo crecimiento se produce en primavera, floreciendo desde septiembre hasta noviembre pero reducen el mismo al mínimo en verano. Su producción en esta época depende de la intensidad del reposo, delimitado fundamentalmente por la humedad (Rosengurt, citado por Carámbula, 1996).

En la siguiente figura se presenta la evolución promedio de la *Festuca arundinacea* durante todo el periodo de estudio con respecto a los diferentes tratamientos.

Figura No. 19. Evolución de la especie *Festuca arundinacea* durante el periodo de estudio en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



La tendencia general de dicha especie durante el proceso de estudio es a incrementar en su contribución de forraje a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo. Donde también se observa similares tendencias entre ambos gráficos en % y kg MS ha⁻¹.

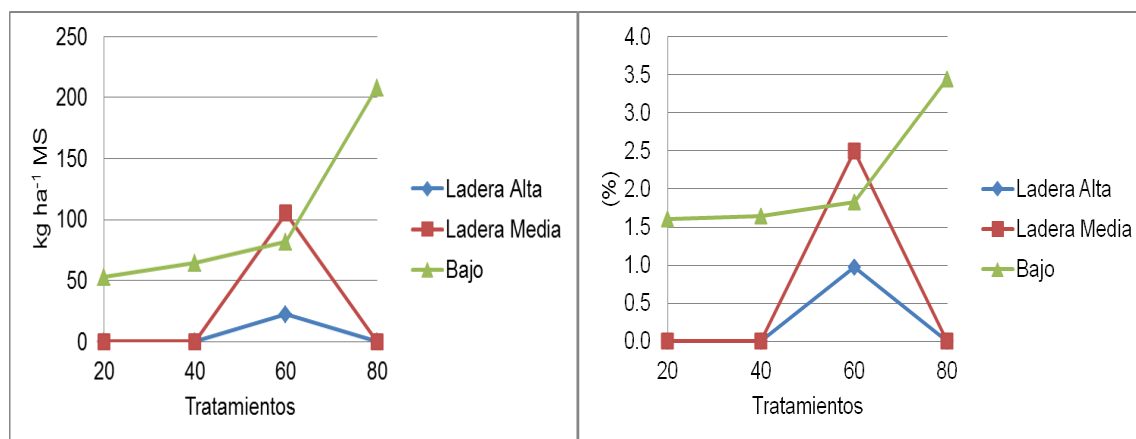
Al disminuir la frecuencia de pastoreo dicha especie se ve favorecida ya que debido a su tipo vegetativo (cespitoso) (Rosengurt, 1979); queda más expuesta al diente del animal que una especie postrada con manejos de pastoreos más frecuentes, lo que coincide con Debellis et al. (1995), Boggiano et al. (2005).

Este comportamiento a mayor periodo entre pastoreo mayor contribución, podría generar diferencias en la morfología de las plantas, haciendo que en los tratamientos donde el pastoreo es manejado con mayor frecuencia (40 y 60 días) posiblemente haya un mayor número de macollas ya que se generaría un mayor nivel de iluminación (Nabinger, 1973); donde las mismas serían de menor tamaño que las que se hallan en los tratamientos de 60 y 80 coincidiendo con resultados obtenidos por Nabinger (1997), pudiendo presentar en estos últimos tratamientos a su vez un menor número, pero de mayor peso, existiendo “una mayor sobrevivencia de macollas debido a una (menor competencia por carbohidratos con la producción de láminas)” (Saldanha et al., 2010), coincidiendo con trabajos de Deregibus et al., citados por Zanoniani (2009).

4.5.1.3 Especie *Paspalum quadrifarium*

En la siguiente figura se presenta la respuesta del *Paspalum quadrifarium* frente a las diferentes frecuencias de pastoreo.

Figura No. 20. Evolución de la especie *Paspalum quadrifarium* durante invierno en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).



Se observa una tendencia en la situación topográfica bajo un incremento en la contribución de esta especie a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo, mientras que el comportamiento en las otras zonas (Ladera alta y media) se podría considerar como errático lo cual podría estar asociado a características puntuales de zonas de acumulación de agua en la mismas por micro-relieves o características particulares del suelo (ojos de agua).

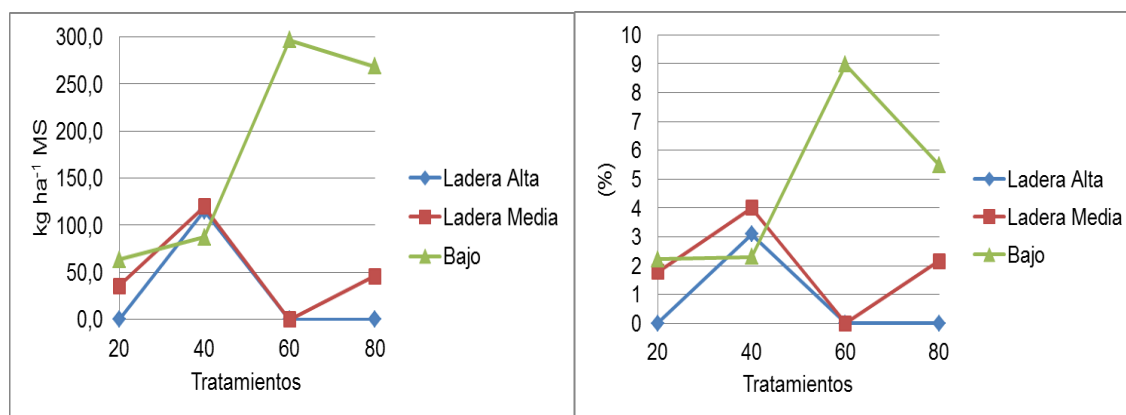
La mayor proporción de contribución de esta especie en el bajo podría estar relacionada a una mejor adaptación ya que el “*Paspalum quadrifarium*

(paja mansa) gramínea perenne sudamericana, distribuida entre los paralelos 30° y 39° de latitud Sur; forma pajonales sobre suelos húmedos desde el este de Uruguay hasta las serranías de Córdoba y San Luis, en el centro-oeste de Argentina” (León 1991, Quarín y Lombardo, citados por Lateral et al. 1998). Esta zona según Mazzitelli, Zanoniani, citados por Martínez (2005) consta de suelos más profundos, de mayor fertilidad, con mayor humedad en el periodo estival.

Otro factor que podría estar condicionando este comportamiento sería que a mayor lapso de tiempo entre pastoreo mayor acumulación de forraje y mayor rechazo del mismo por parte de los animales por encontrarse con mayores niveles de restos secos concordando con Lateral et al. (1998), el cual expresa que “los pajonales de paja colorada en su condición de natural soportan una escasa carga ganadera con relación a la media de la región, debido su alto contenido en material muerto de muy baja digestibilidad”.

En la próxima figura se presenta la evolución de dicha especie durante la estación de primavera.

Figura No. 21. Evolución de la especie *Paspalum quadrifarium* durante primavera en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



En estos gráficos se sigue manteniendo el mismo comportamiento que en los anteriores donde se observa una clara tendencia en el bajo a incrementar su contribución de forraje a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo.

Mientras que en la ladera alta y media no se observa una tendencia clara sino que la definición de dicho comportamiento seguiría siendo considerada como errática, posiblemente por las condiciones mencionadas en párrafos anteriores.

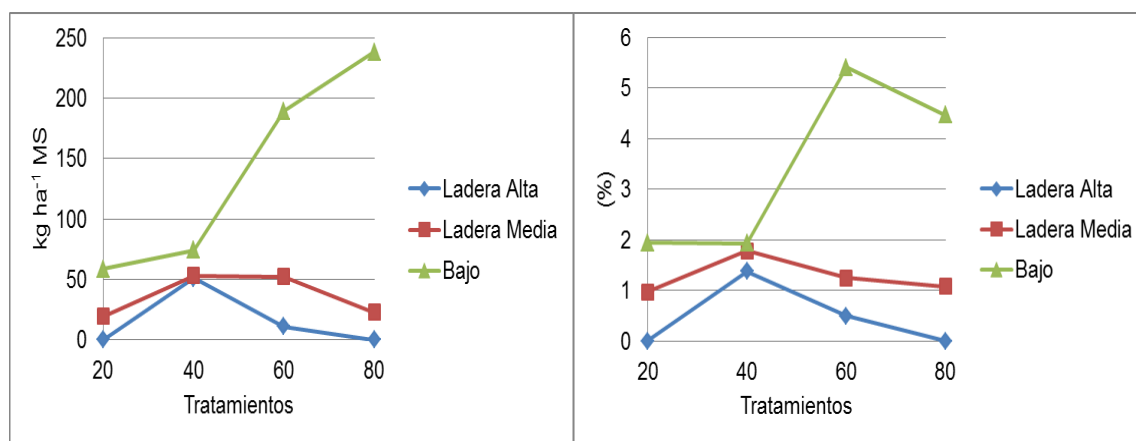
A su vez esta alta proporción que se da de dicha especie en el bajo puede ser a consecuencia de una mayor adaptación a estas condiciones coincidiendo con León (1991), Quarín y Lombardo, citados por Laterra et al. (1998).

Dicha tendencia, a incrementarse puede estar dada debido a una cuestión de adaptación por el tipo vegetativo cespitosa erecta el cual responde mejor frente a pastoreos menos frecuentes (Rosengurtt, 1979), o también debido a su tipo productivo duro lo que la hace menos apetecible frente a otras especies, teniendo en cuenta que a medida que se incrementa más el periodo sin pastoreo se incrementan los volúmenes de restos secos haciéndolo aún menos apetecible (Laterra et al., 1998); esto le proporciona mayor poder de competencia frente a otras especies.

Si bien en el tratamiento de 80 hay una tendencia a la caída la misma es mayor en porcentaje que en biomasa, donde dicha caída puede estar dada por una acumulación muy alta de restos secos que deprimen el crecimiento normal por menor intersección de luz.

A continuación se presenta la evolución promedio del *Paspalum quadrifarium*, durante el periodo de estudio

Figura No. 22. Evolución de la especie *Paspalum quadrifarium* durante el periodo de estudio en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



La tendencia promedio en contribución de forraje de la especie en el bajo es a incrementarse a medida que se prolonga el periodo entre pastoreo y o aumenta la oferta de forraje, concordando con otros trabajos debido a su tipo vegetativo cespitosa erecta el cual se ve favorecido con este manejo (Boggiano, citado por Zanoniani et al., 2011).

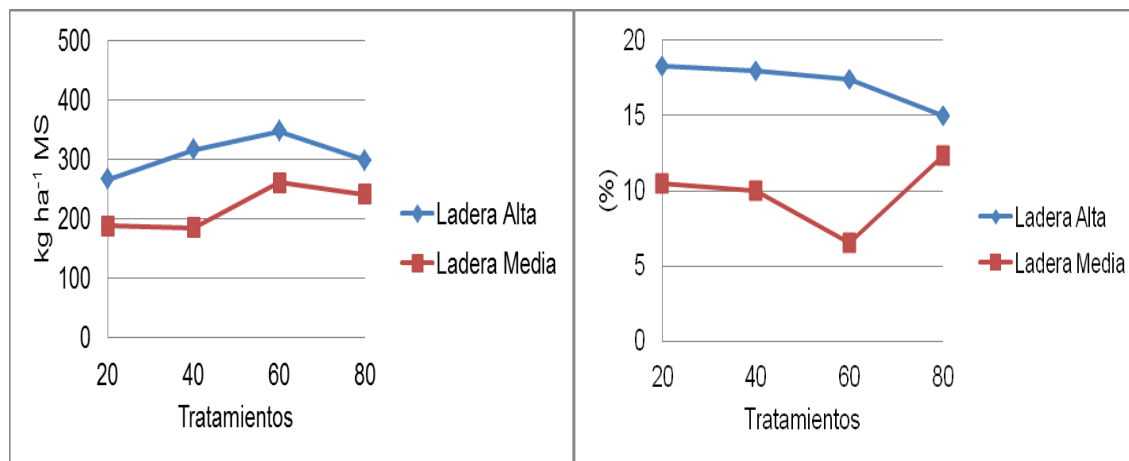
Mientras que en las demás zonas como fue expresado anteriormente el comportamiento es errático dependiendo posiblemente de otros factores como pueden ser condiciones relacionadas al suelo y su micro relieve explicadas anteriormente.

Si bien la tendencia de caída en 80 es igual en ambos gráficos, se debe de tener presente que la misma es baja en biomasa y mayor en porcentaje aunque no modifica las expresiones anteriormente mencionadas.

4.5.1.4 Especie *Paspalum notatum*

Para comenzar a analizar el comportamiento de *P. notatum* a continuación se presentan los gráficos donde se observa cómo responde dicha especie frente a diferentes tratamientos durante el invierno.

Figura No. 23. Evolución de la especie *Paspalum notatum* durante invierno en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).



Se puede apreciar en el gráfico es que en la ladera alta hay una tendencia de incrementar su contribución en kg MS ha^{-1} hasta el tratamiento de 60 días luego decrece en el tratamiento de 80, mientras que en porcentaje se observa un decrecimiento a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo.

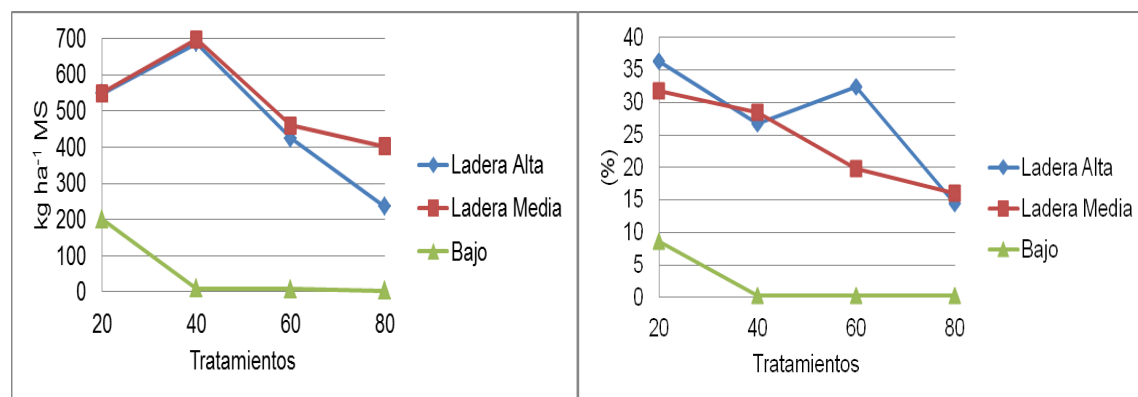
No sucediendo lo mismo en la ladera media (kg MS ha^{-1}) donde se mantienen hasta el tratamiento 40 y luego tiene una tendencia a incrementarse.

En el bajo no se registraron datos de dicha especie en ninguna de las parcelas durante esta estación, por lo cual no aparece representada en el gráfico.

Sin embargo hay que tener en cuenta que esta especie genera una muy buena contribución de forraje durante esta estación siendo que la misma presenta un ciclo productivo estival, dicho comportamiento concuerda con trabajos anteriores como es el caso de Formoso y Allegri (1979), los cuales trabajando bajo condiciones de corte (seis cortes anuales, con intervalos diferentes entre ellos), obtuvo un comportamiento productivo muy bueno. En el corte de marzo se mostraba agresivo ocupando lugares de plantas muertas, en algunos casos estos lugares eran compartidos con especies de hábito más erecto como *Setaria spp*, y la mayoría de las plantas se hallaban en floración. Luego hasta julio no se mostró agresivo, pero sí abundante aunque con escaso crecimiento (el crecimiento en esta época se dio básicamente de macollas nuevas); posteriormente Carbajal et al. (1987) en base a estudios afirman que “en el período mayo-junio presentó una muy buena producción dentro de las especies estivales ($1.53 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$), rebrotando en primavera ($16.88 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y en el periodo de noviembre-diciembre alcanzó un crecimiento de $17,10 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$, superior a las manifestadas por *Paspalum dilatatum* en las mismas condiciones de crecimiento”.

En la siguiente figura se presenta el comportamiento de dicha especie en el periodo que comprende la estación de primavera.

Figura No. 24. Evolución de la especie *Paspalum notatum* durante primavera en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).

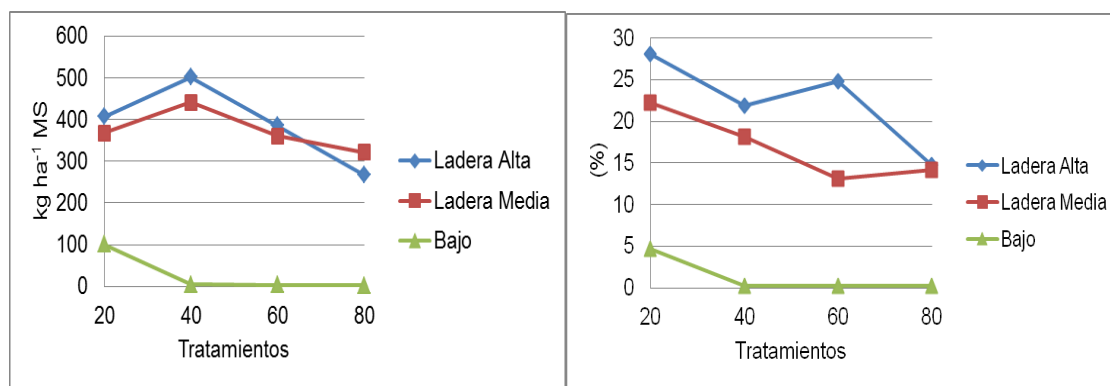


Se puede apreciar en el grafico tanto en kg de MS ha^{-1} como en el de % una tendencia a disminuir en la contribución de forraje a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo lo cual puede ser como consecuencia de que es una especie de tipo vegetativo estolonifero (Rosengurtt, 1979), lo que hace que sea menos competitiva con especies de tipo vegetativo cespitoso con IAF óptimos mayores, que se ven favorecidas con frecuencia de pastoreos menores.

Dicho comportamiento es lo que hace posible que en el tratamiento de mayor frecuencia de pastoreo (20 días), se registren los mayores aportes de forraje, esto coincide con Formoso, citado por Millot et al. (1987) el cual expresa que dicha especie por sus características fisiológicas y hábito postrado posee mejores condiciones de competitividad bajo pastoreo continuo en relación a las especies perennes invernales deseables. Su hábito postrado resulta en una mayor área foliar remanente por lo cual tiene comparativamente a igual altura más carbohidratos de reserva, del 12% de la materia seca, superior a especies que como *Stipa setígera* (4.3 %), *Bromus auleticus* (2.3 %), y *Poa lanígera* (2.0 %) (Millot et al., 1987).

A continuación se presenta el desempeño de dicha especie durante todo el periodo experimental.

Figura No. 25. Evolución de la especie *Paspalum notatum* durante el periodo de estudio en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



Como comportamiento general de la especie durante todo el periodo de estudio se registró una tendencia de caída tanto en cantidad como en porcentaje de aporte a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo lo cual puede suceder como consecuencia de un incremento de plantas de mayor porte las cuales ofrecen una mayor competencia por luz y/o restos secos, ya que según Berreta (1994) esta especie es frecuente en tapices de suelos profundos, donde el mismo se mantiene bajo, siendo perjudicada en tapices altos con acumulación de forraje y restos secos debido a su porte que lo hace poco apto para competir por luz frente a plantas de porte erecto y hojas largas. En estos casos sus hojas se alargan y la macolla reduce su diámetro, perdiendo su vigor.

En campos muy pastoreados las macollas se desarrollan apretadas contra el suelo, lo que hace a la especie tolerante al pastoreo intenso, aún con

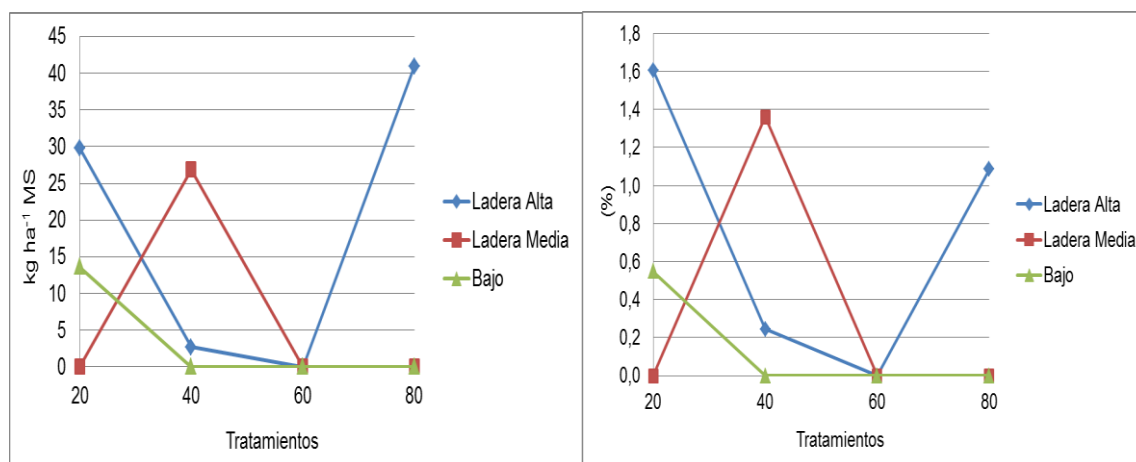
lanares. Concordando con lo anterior Heady y Child, citados por Ayala y Bermúdez (2005) afirman que medida que el manejo se hace más aliviado no solamente se presenta un mayor aporte de las gramíneas, sino que dentro de estas, hay una mayor expresión de los pastos erectos. Por el contrario, un manejo intenso promueve pastos cortos de porte más rastrero, que en general mantienen sus puntos de crecimiento en la superficie del suelo o muy cerca de ella, no elevando los meristemos apicales hasta próximo el inicio reproductivo y que mantienen en los estratos inferiores un área importante de tejidos fotosintéticos para posibilitar el rebrote.

Las especies postradas como consecuencia de alcanzar antes el IAF óptimo pueden ser pastoreadas más frecuentemente, ya que les queda una mayor superficie foliar post-defoliación, teniendo una menor producción por pastoreo que las gramíneas erectas (Milthorpe y Davison, Langer, citados por Carámbula et al., 1994).

4.5.1.5 Especie *Paspalum dilatatum*

En la siguiente figura se mostrara el comportamiento de dicha especie frente diferentes frecuencias de pastoreo durante el invierno.

Figura No. 26. Evolución de la especie *Paspalum dilatatum* durante invierno en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



Se observa en el grafico es una clara tendencia a disminuir el aporte de forraje a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo, existiendo una concordancia en lo expresado en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (ver anexo 1 y 2). La presencia de esta especie durante esta estación (invierno); es mínima dado su ciclo estival, lo cual podría estar relacionado a una menor tolerancia a

bajas temperaturas y/o a su periodo productivo que según Carámbula, citado por Aguerre (2012) el mismo comienza en octubre y continúa hasta mayo, cuando comienzan las heladas.

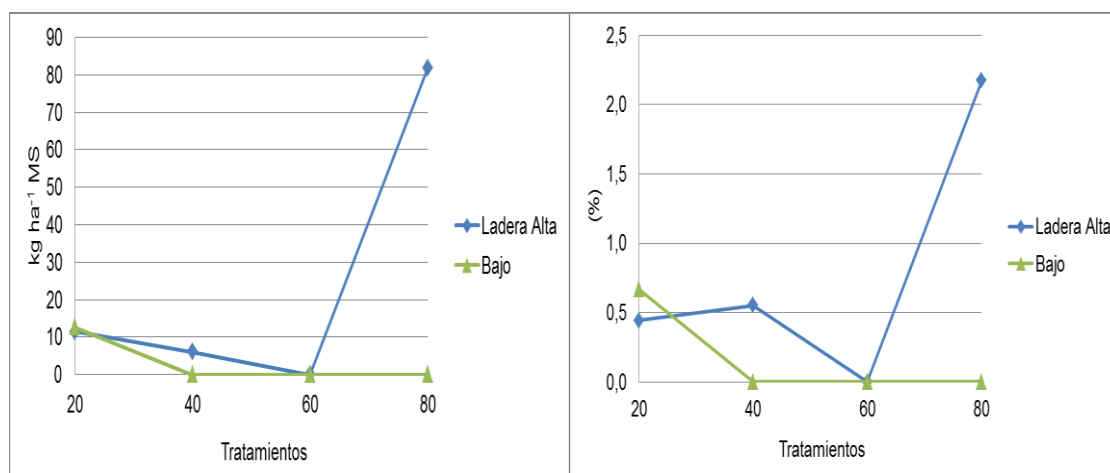
También se puede decir que dicha especie presenta un comportamiento poco claro el cual puede estar relacionado a una asociación a nichos ecológicos particulares (Carámbula et al., 1994).

A su vez existen algunas características que identifican a los nichos y que son de gran valor por su incidencia sobre el proceso de implantación. Así tanto el tamaño como la forma de los nichos resultan fundamentales al proveer las brechas que, con diferentes rasgos, contribuirán a fijar el hábitat donde crecerán las nuevas plántulas. Mientras los nichos pequeños pueden ser utilizados por plantas tolerantes a la sombra, los grandes serán aptos para plántulas con demanda alta por luz; debiéndose destacar que mientras algunas especies prosperan mejor en la periferia del nicho, otras lo hacen solo en la zona central con un mínimo de competencia (Carámbula et al., 1994).

En muchas oportunidades ha sido demostrado que un incremento en la cobertura dada en el nicho, permite la ocurrencia de una mayor germinación y un mejor establecimiento de la pastura. Ello sucedería al registrarse condiciones más favorables de temperatura y humedad bajo la protección parcial del tapiz existente (Carámbula et al., 1994).

A continuación se presenta el comportamiento de dicha especie durante la estación de primavera.

Figura No. 27. Evolución de la especie *Paspalum dilatatum* durante primavera en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).

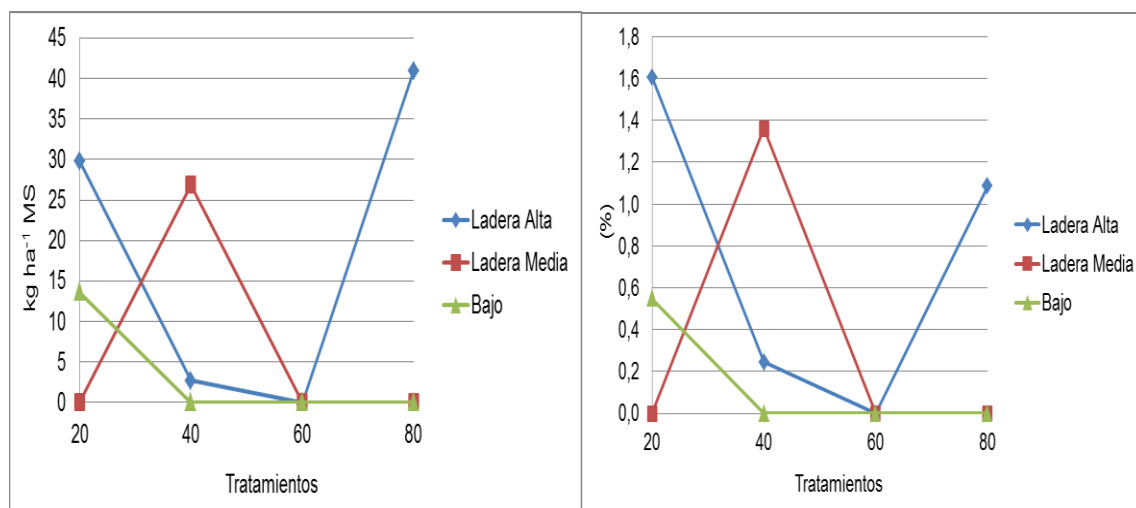


Dicha especie durante esta estación presenta un comportamiento no muy claro, donde en la ladera alta y el bajo disminuye su aporte de forraje a medida que se alarga el periodo entre pastoreos; en el caso de la ladera alta disminuye hasta el tratamiento de 60, presentando luego un incremento importante en el tratamiento de 80 el cual podría estar dado por el nicho ecológico que se da en particular en esta zona (Carámbula et al., 1994).

No se registraron datos de dicha especie en la ladera media, por lo cual no aparece representada en el gráfico. Si bien se registró un aumento en la contribución durante esta estación, el aporte igualmente sigue siendo bajo si se lo compara con otras especies ya descriptas anteriormente, lo cual puede ser como consecuencia de un mayor requerimiento de temperatura para su desarrollo dado que es mencionada como frecuente en este sitio experimental en primavera verano y otoño, estando estas dos últimas estaciones fuera del período experimental; dicho factor (temperatura) durante el periodo bajo estudio no fue favorable para ninguna de las especies fundamentalmente para estivales.

En la siguiente figura se mostrara la respuesta del *Paspalum dilatatum* durante todo el periodo de estudio frente a diferentes frecuencias de pastoreo.

Figura No. 28. Evolución de la especie *Paspalum dilatatum* durante el periodo de estudio en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



En el bajo solo se registran valores en el tratamiento de 20 días, siendo bajo el aporte total de dicha especie en todas las zonas durante el periodo de estudio.

Lo que se puede observar es que durante todo el periodo de estudio no hay un comportamiento muy claro de dicha especie frente a los diferentes tratamientos (frecuencia de pastoreo) aplicados. Ya que en la ladera alta hay un decrecimiento del aporte hasta el tratamiento 60, para luego incrementarse hacia 80; mientras que en la ladera media se registra un incremento hacia 40 mientras que en los tratamientos de 60 y 80 no se registran datos.

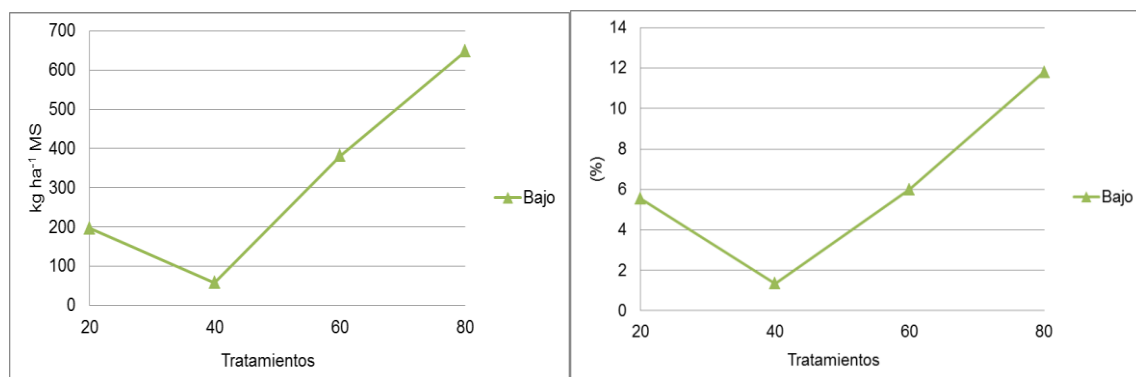
Dicho comportamiento ocurrido pudo estar dado, por la ocurrencia de temperaturas adversas para el desarrollo de dicha especie; lo que a su vez genero un nicho no apropiado para su crecimiento (Carámbula et al., 1994).

El comportamiento esperado para dicha especie, es que incrementara la contribución a medida que se extendiera la frecuencia de pastoreo ya que según estudios realizados por Boggiano et al. (2005) al incrementar el periodo de pastoreo tenderían a incrementarse las especies de mayor porte relativo, lo cual en este caso particular de esta especie no sucede.

4.5.1.6 Especie *Paspalum urvillei*

Prosiguiendo con el análisis de especies consideradas como de comportamiento relevante durante el desarrollo de este trabajo se continuara con el análisis del desempeño de esta especie durante el invierno frente a los diferentes tratamientos.

Figura No. 29. Evolución de la especie *Paspalum urvillei* durante invierno en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).



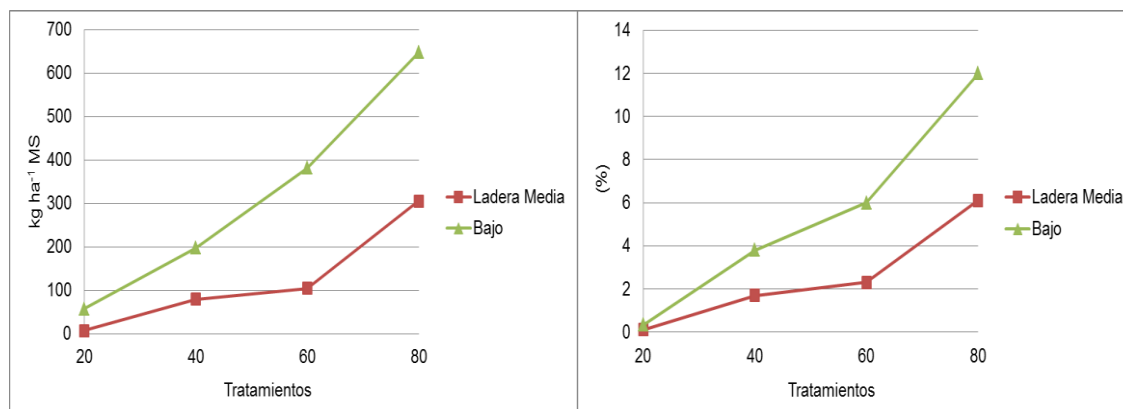
Durante los muestreos realizados en esta estación se registraron datos en la cual la mencionada especie aparecía aportando forraje únicamente en el bajo; mostrando como comportamiento una disminución en su aporte hasta el tratamiento 40 y luego un incremento hacia el de 80 días, generándose de esta

manera como tendencia general un incremento en la contribución de dicha especie a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo.

Dicho comportamiento puede estar asociado a un mayor nivel de rechazo por parte de los animales ya que a mayor periodo entre pastoreo mayor porcentaje del forraje perdería su apetecibilidad ya que según Rosengurtt (1979) el mismo es apetecido cuando joven; a su vez se vería favorecido a tener un mayor desarrollo debido a su tipo de porte más erecto lo que le proporcionaría una mayor capacidad de competencia frente a otra especie. La presencia de dicha especie en esta zona coincidiría con lo expuesto en la tabla de comportamiento de Rosengurtt (1979) donde la describe como una especie característica de campos uliginosos lo que coincidiría con el ambiente generado en el bajo.

En la siguiente figura se presenta la evolución del *Paspalum urvillei* durante la estación de primavera frente a diferentes frecuencias de pastoreo.

Figura No. 30. Evolución de la especie *Paspalum urvillei* durante primavera en kg de MS ha^{-1} y en porcentaje (%).



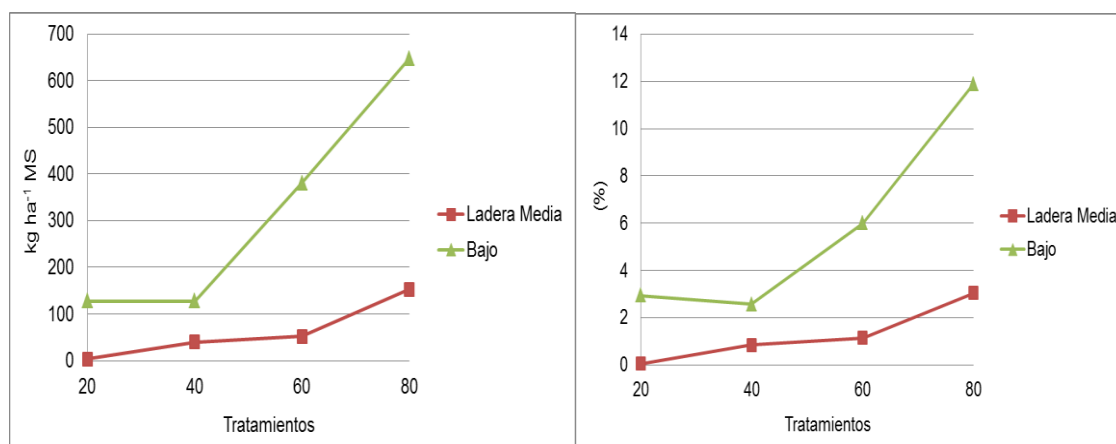
En esta figura se puede observar una tendencia general de incremento en la contribución de forraje de la mencionada especie a medida que se extiende el periodo entre pastoreo tanto en kg de MS ha^{-1} como en porcentaje (ver anexo 1 y 2); apareciendo registros de dicha especie también en la ladera media a diferencia de lo ocurrido durante la estación de invierno mostrada en la figura anterior.

Dicho comportamiento, de incremento del aporte de forraje a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo, concuerda con lo expresado anteriormente, donde la aparición en ladera media puede estar dado a que esta

comparte una zona de transición con el bajo debido a que ambas zonas topográficas son contiguas una de la otra.

En la siguiente figura se podrá observar el desempeño y la respuesta de dicha especie frente a diferentes frecuencias de pastoreo durante todo el periodo de estudio.

Figura No. 31. Evolución de la especie *Paspalum urvillei* durante el periodo de estudio en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



Lo que se puede observar es que durante todo el periodo de estudio hay una tendencia de incremento en el aporte de forraje tanto en kg MS como en porcentaje a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo.

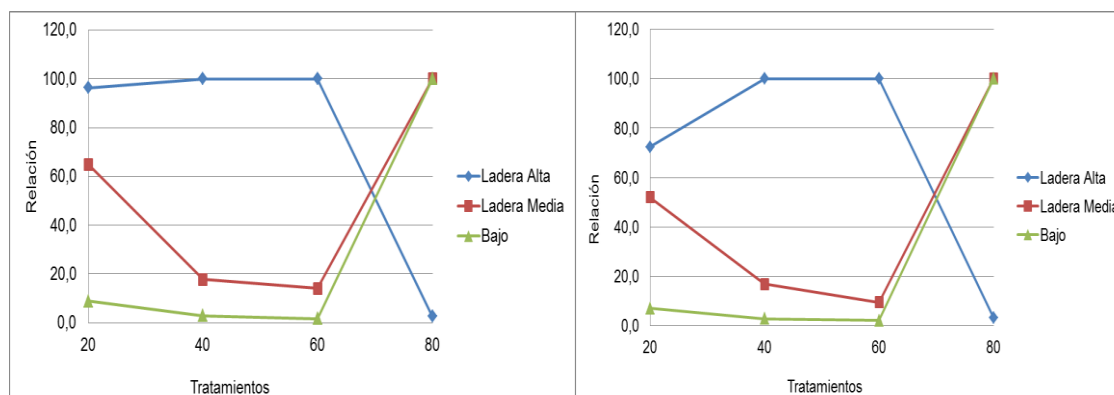
Registrándose incrementos con mayor velocidad en la zona del Bajo si es comparado con el de la ladera media posiblemente por una mayor adaptación de la especie a este sitio (Carámbula et al., 1994), ya que la misma es descrita por Rosengurt (1979) como una especie característica de campos uliginosos.

A su vez puede estar incrementada esta respuesta por un mayor nivel de rechazo del forraje, ya que el mismo es apetecible en un estado joven (Rosengurt, 1979).

4.5.2 Relación gramínea /leguminosas

A continuación se analiza cómo repercute los diferentes tratamientos en la relación gramínea-leguminosa; en la siguiente figura se observara el comportamiento de dicha relación durante la estación de invierno.

Figura No. 32. Evolución promedio de la relación Gramínea/Leguminosa durante el (invierno) calculada en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



Hay una clara similitud en la tendencia de ambos gráficos si bien uno fue obtenido en base a datos de kg MS y el otro en porcentaje (%).

El comportamiento observado en la ladera alta es de un mayor aporte de gramíneas en los tres primeros tratamientos lo cual puede estar generado por una mayor limitante de suelo que combinado con mayor frecuencia del pastoreo limitan la capacidad de rebrote de las leguminosas por mayor stress, o simplemente porque se parte de una baja proporción de leguminosas característica propia de la vegetación de campo natural Uruguayo (Zanoniani et al., 2012); en este caso con las frecuencias mayores no se logran recuperar totalmente de la selección que realizan los animales sobre ellas, debido a su calidad así como a su apetecibilidad prolongada (Rosengurtt, 1979), ya que las mismas se ven favorecidas al disminuir la frecuencia de pastoreo en las otras zonas.

Se debe de tener en cuenta que el gran descenso en el tratamiento 80 es producto de un gran aporte principalmente de dos especies *Lotus tenuis* y *Medicago lupulina*, las cuales se encontraban en alta frecuencia en esta zona.

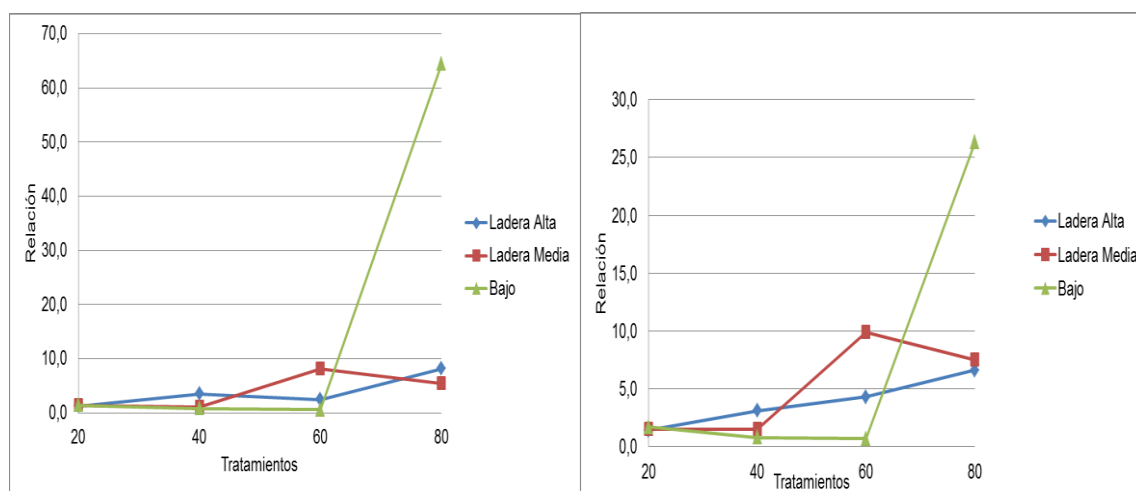
En el bajo posiblemente por una mayor fertilidad y condiciones hídricas que favorecen a especies de alto porte; en donde la leguminosa de mayor

presencia es *Trifolium repens* el cual no puede competir dado su tipo vegetativo postrado (Rosengurt, 1979).

Lo que determinaría un mayor aporte de las leguminosas en los pastoreos más frecuentes donde la competencia que ejercen las especies de alto porte es disminuida por efecto del pastoreo. En el caso de la ladera media el comportamiento es similar al del bajo lo que podría estar asociado a que la misma presenta mayor fertilidad que la ladera alta ya que comparten una zona de transición.

Prosiguiendo con el análisis en la siguiente figura se mostrara cómo evoluciona dicha relación durante la estación de primavera frente a los tratamientos aplicados.

Figura No. 33. Evolución promedio de la relación Gramínea/Leguminosa durante la (primavera) calculada en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



Se puede observar en lo referente a dicha relación, una tendencia similar en todas las zonas bajo estudio donde a mayor periodo entre pastoreo se incrementa el aporte de las gramíneas, si bien en el bajo se registra un comportamiento indiferente hasta el tratamiento de 60 días.

La leve caída registrada en la ladera media en el tratamiento 80 posiblemente puede estar dada por una mejor competencia por luz por parte de las leguminosas frente a las gramíneas dada por condiciones puntuales.

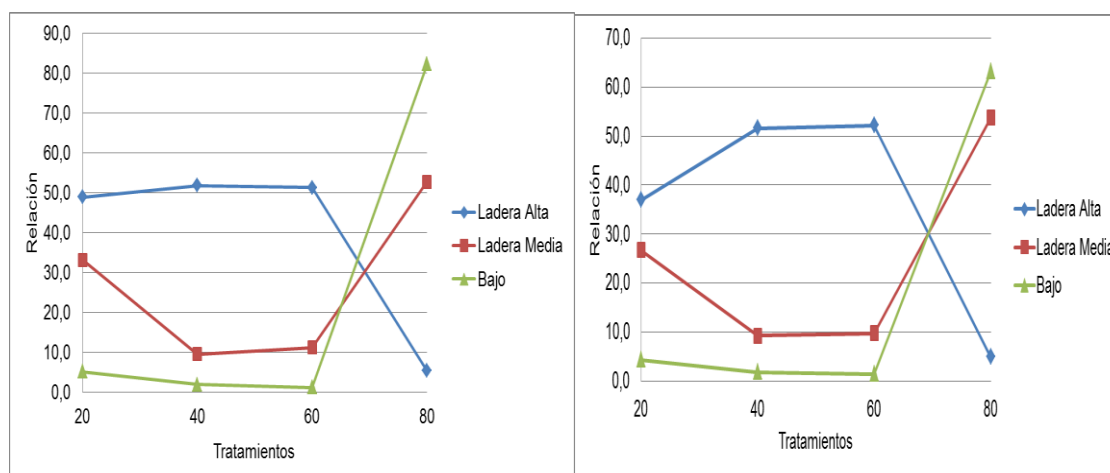
Un factor que incrementa su peso al disminuir la frecuencia de pastoreo es el pastoreo preferencial que realizan los animales, esto coincide con lo

expresado por Millot et al. (1987) acerca de que “es conocida la rápida desaparición de hojas en los primeros días de pastoreo, así como la disminución en la proporción de leguminosas en un tapiz mixto y en general de todas las especies preferidas”, lo que en este caso podría estar ayudando a la tendencia general que se da en todas las zonas.

El bajo a diferencia de las demás zonas registra en el tratamiento 80 una mayor presencia de gramíneas lo cual puede estar dado, por una mayor competencia por el recurso luz de las especies presentes; donde una de las principales especies que aparece en esta zona es el *Paspalum urvillei* (especie de tipo vegetativo cespitoso) la cual puede estar desplazando a las leguminosas siendo la principal en este caso el *Trifolium repens* (especie de tipo vegetativo estolonífera, Rosengurtt, 1979) esto coincide con Methol (1989) el cual reporta que si los periodos de reposo son demasiado largos el crecimiento de la pastura también se reduce. La falta de luz en la base de los tallos disminuye el macollaje, y las hojas viejas residuales son fotosintéticamente menos activas. El sombreado que realizan los pastos altos puede disminuir la frecuencia de las especies estoloníferas (gramillas) y leguminosas presentes, con lo que el tapiz tiende a abrirse y perder densidad, siendo ocupados los espacios libres por malezas de mediano porte.

En la figura mostrada a continuación se representa el comportamiento de la relación gramínea-leguminosa durante todo el periodo experimental el cual comprende las dos estaciones anteriores mencionadas.

Figura No. 34. Evolución promedio de la relación Gramínea/Leguminosa durante el periodo de estudio, calculada en kg de MS ha⁻¹ y en porcentaje (%).



Lo que se puede observar en los gráficos, es que en el bajo hay una escasa respuesta a los diferentes tratamientos, únicamente en el de 80 es donde hay una suba de la relación lo que significa un incremento de las gramíneas, compartiendo la misma tendencia con la ladera media, pero con una menor relación.

En cambio en la ladera alta hay una leve tendencia a mantenerse la relación hasta el tratamiento 60, posterior a este se da una disminución de la misma, no siendo tan clara esta indiferencia de respuesta a los tratamientos dada hasta el de 60 en el gráfico en base a porcentaje.

El incremento registrado a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo esta explicado por un incremento de las gramíneas las cuales podrían estar generando una mayor competencia por luz lo que provocaría según Ludlow, citados por Debellis et al. (1995) un aumento en la distancia internodal, se reduce el peso de la planta, el tamaño de las raíces y vástagos en general y la ramificación de leguminosas; así como la luz, también pueden estar compitiendo por otros nutrientes con las leguminosas los cuales solamente se podrían ver con estudios más minuciosos.

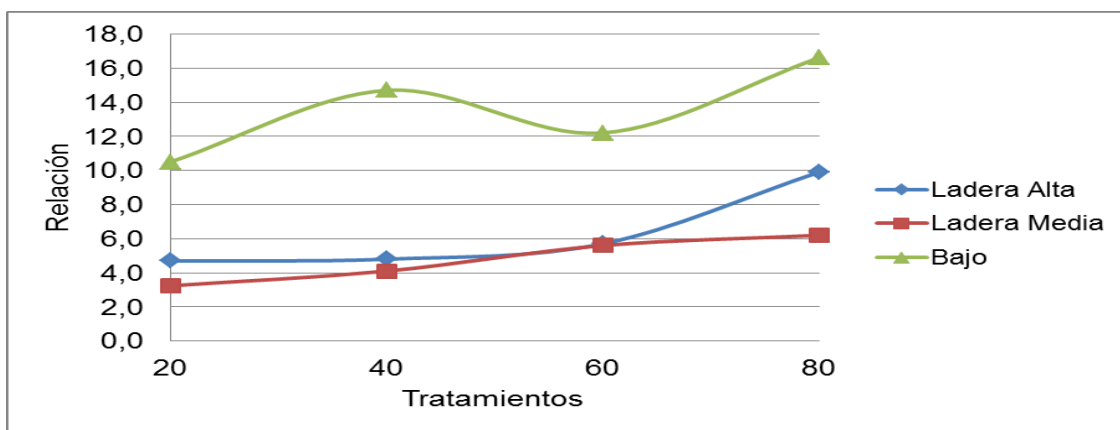
Si bien las leguminosas se ven favorecidas por el mayor periodo de recuperación que tienen disponible al disminuirse la frecuencia de pastoreo, no le es suficiente para lograr superar el poder de competencia de las gramíneas ya que se parte de niveles de leguminosas inferiores concordando esto con Berreta (1996) la cual encuentra como una característica común en las pasturas naturales; una baja proporción de leguminosas coincidiendo también Rosengurtt (1946).

A su vez esta leve reducción que se registra en la ladera alta puede estar asociada a la aparición de leguminosas que son difíciles de detectar con pastoreos más frecuentes debido a un consumo diferencial de sus componentes coincidiendo con Millot et al. (1987). En este caso se encuentran presente en esta zona con una alta frecuencia dos especies las cuales contribuyen principalmente a esta caída, las cuales son el *Lotus tenuis* y *Medicago lupulina*.

4.5.3 Tipos vegetativos

En este capítulo se analizara lo ocurrido con los tipos vegetativos continuando con el análisis de lo ocurrido con la relación cespitoso-postrado durante la estación de invierno.

Figura No. 35. Evolución de la relación Cespitosas/Postradas durante el invierno.

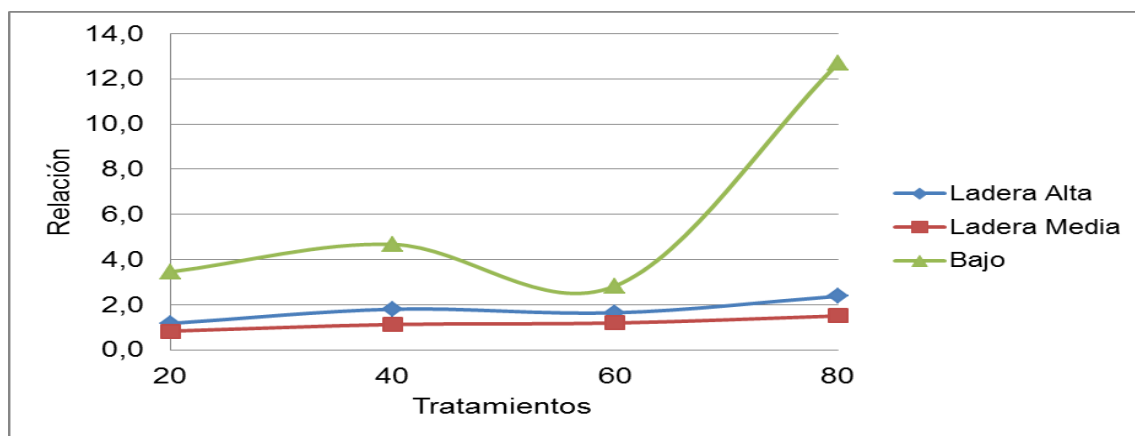


En esta figura lo que se puede observar es una tendencia general en todas las zonas de un incremento en la relación lo que significa un aumento de las especies cespitosas a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo, estando el bajo en todos los tratamientos por encima de la ladera alta y media.

La tendencia general ocurrida en todas las zonas topográficas concuerda con los resultados obtenido por otros autores ejemplo Boggiano et al. (2005), Jaurena et al. (2011), donde la mayor cantidad de especies de tipo vegetativo postrado se concentran en los tratamientos de mayor carga animal, así como en los de mayor frecuencia de pastoreo.

En la siguiente figura se observa cómo responde dicha relación durante la estación de primavera frente a los diferentes tratamientos.

Figura No. 36. Evolución de la relación Cespitosas/Postradas durante la primavera.



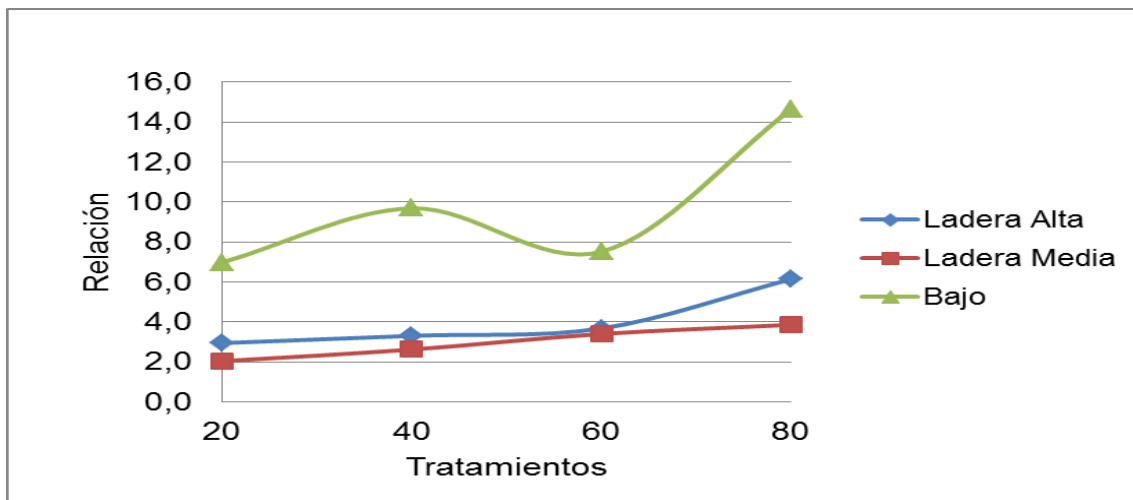
Observando la figura se puede decir que la diferencia que existe entre la ladera media y ladera alta en la mencionada relación es muy baja, habiendo como tendencia general en todas las zonas un incremento de la relación lo que expresa (aumento de las cespitosas); siendo ampliamente superados en todos los tratamientos por el bajo.

Durante esta época del año sucedió un comportamiento similar a lo que sucedió durante el invierno concordando esto con resultados de Jaurena et al. (2011) donde trabajando con ovinos en Litosoles negros; el incremento de la carga provocó la sustitución de gramíneas perennes cespitosas de ciclo invernal por especies postradas, mientras que en Litosoles rojos este cambio fue menor.

A su vez se debe tener en cuenta lo aportado por Boggiano et al. (2005) donde mencionan que la utilización de esta frecuencia (20 días) en la ladera, genera continuamente un stress energético a la planta que la predispone en mayor medida a las condiciones ambientales y puede condicionar su sobrevivencia. La mayor proporción de especies postradas, malezas enanas y malezas tóxicas o escasamente palatables de esta frecuencia se explica por sus menores desbalances energéticos ya que escapan o toleran mejor el sobrepastoreo impuesto.

Luego de lo aportado anteriormente en la figura No. 36, a continuación se podrá observar el comportamiento de la relación durante todo el periodo experimental.

Figura No. 37. Evolución de la relación Cespitosas/Postradas durante el periodo de estudio.



Lo que se puede apreciar observando la figura es que en el bajo si bien se da gran variación entre los tratamientos hay una tendencia general al incremento de la relación a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo coincidiendo con lo sucedido durante las dos estaciones anterior descriptas, estando también en esta situación el bajo por encima de las laderas lo que determina que en el mismo existe una mayor proporción de cespitosas.

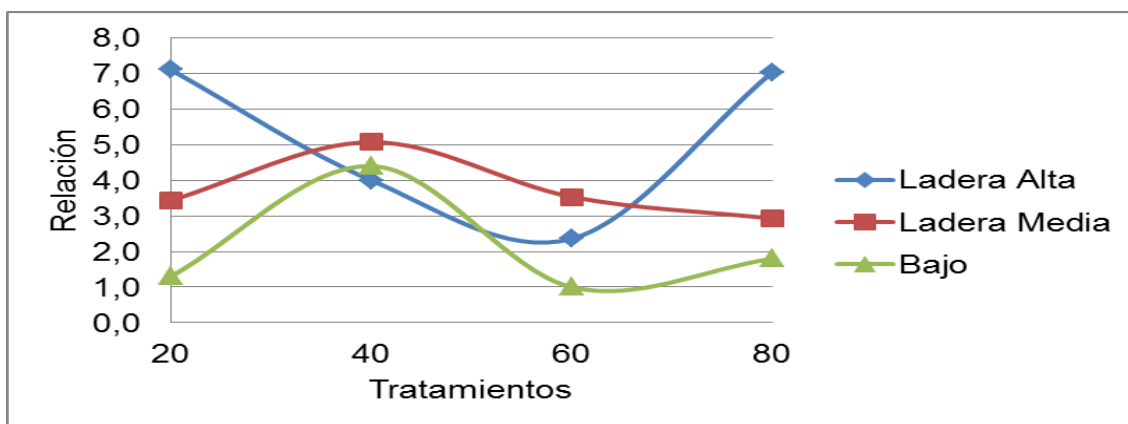
Con respecto a la ladera alta, y media presentan una menor variación a lo ocurrido en el bajo, manteniendo ambas una similar tendencia a la de la primera zona descripta.

La tendencia dada en las tres zonas, frente a los diferentes tratamientos concuerda con resultados obtenidos anteriormente por Boggiano et al. (2005), Jaurena et al. (2011).

4.5.4 Ciclos vegetativos

En el presente capítulo se analizara como fue el comportamiento de los diferentes ciclos productivos en relación a los diferentes tratamientos aplicados y la estación del año. A continuación se verá la evolución de la relación Invernales/estivales durante la estación de invierno.

Figura No. 38. Evolución de la relación Invernales/Estivales durante el invierno medido en porcentaje (%).



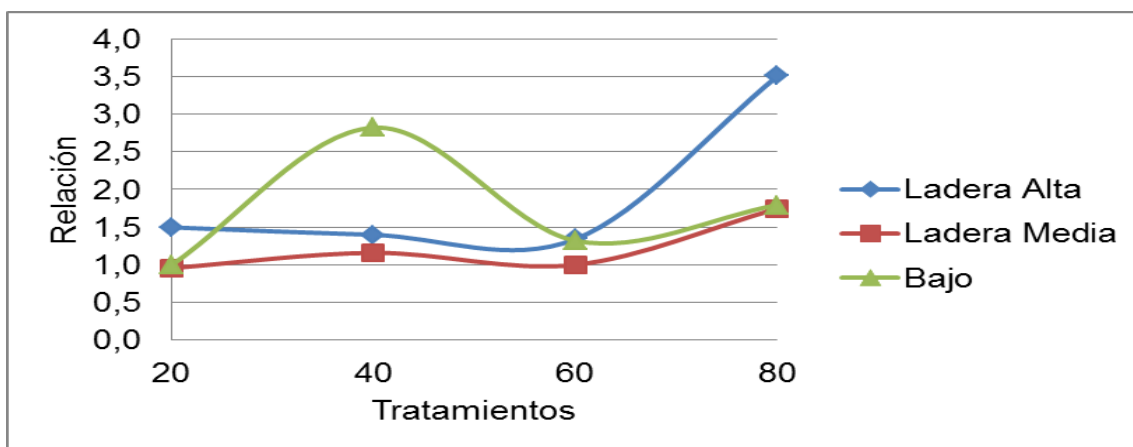
Lo que se puede apreciar en el grafico para el caso de la ladera alta es un incremento de las especies estivales hasta el tratamiento de 60 días para luego revertirse la tendencia al pasar al tratamiento de 80 días; mientras que en la ladera media se observó un leve incremento en las invernales hacia el tratamiento 40 para caer luego en las frecuencias mayores.

En el bajo si bien se da una gran variación en el comportamiento de dicha relación presenta como tendencia general un leve incremento en las especies invernales a medida que se extiende el periodo entre pastoreo, dicho comportamiento concuerda con trabajos realizados anteriormente por Formoso, citado por Millot et al. (1987), Boggiano, citado por Zanoniani et al. (2011).

El comportamiento registrado en la ladera media y alta no concordaría con estos resultados anteriores lo cual podría deberse al manejo previo de las parcelas al comienzo del trabajo y/o al balance hídrico ya que Rosengurtt, citado por Boggiano et al. (2005) evidenciaron una tendencia a aumentar la relación gramíneas invernales/ gramíneas estivales, cuando los manejos son más laxos en invierno y primavera temprana (80 días) y más frecuentes en verano (20/40 días), aunque en esta última estación la respuesta en los últimos años dependido del balance hídrico en dicha estación.

En el siguiente grafico se podrá observar el comportamiento de dicha relación durante la estación de primavera.

Figura No. 39. Evolución de la relación Invernales/Estivales durante la primavera medido en porcentaje (%).

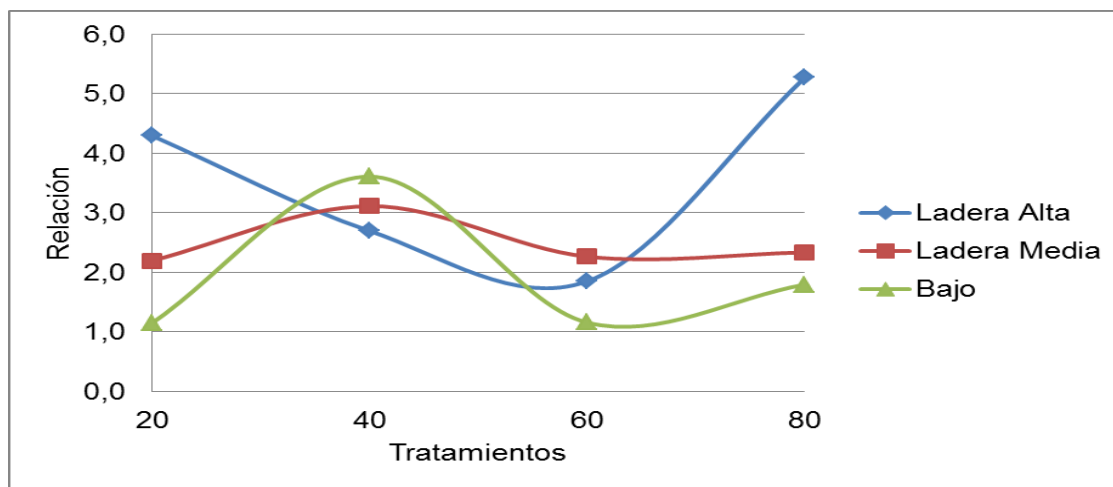


Durante la estación de primavera se registro una tendencia de incremento de las especies invernales a medida que se aumentaron los días entre pastoreo coincidiendo estos resultados con Boggiano, citado por Zanoniani et al. (2011) los cuales expresan que aumentos en la oferta de forraje determinaron residuos más altos, condición que favorece a los tipos cespitosos, mayoría de las gramíneas invernales; Rosengurtt, citado por Boggiano et al. (2005) evidenciaron una tendencia a aumentar la relación gramíneas invernales/ gramíneas estivales, cuando los manejos son más laxos en invierno y primavera temprana (80 días) y más frecuentes en verano (20/40 días), aunque en esta última estación la respuesta en estos en los últimos años ha dependido del balance hídrico en dicha estación.

Dicho comportamiento se podría ver favorecido por una mayor crecimiento de dichas especies durante esta estacion lo que concuerda con Rosengurtt, citado por Carámbula (1996) los cuales mencionan que el máximo crecimiento las especies invernales se produce en primavera, floreciendo desde septiembre hasta noviembre pero reducen el mismo al mínimo en verano. Su producción en esta época depende de la intensidad del reposo, delimitado fundamentalmente por la humedad.

En el siguiente grafico se presenta la evolución promedio que tuvo la relación GI/GE durante todo el periodo experimental.

Figura No. 40. Evolución de la relación Invernales/Estivales durante el periodo de estudio medido en porcentaje (%).



En este grafico se puede observar un comportamiento muy similar a lo ocurrido durante la estación de primavera donde se registra un incremento de las especies invernales a medida que se dejan periodos de reposo entre pastoreo mayores.

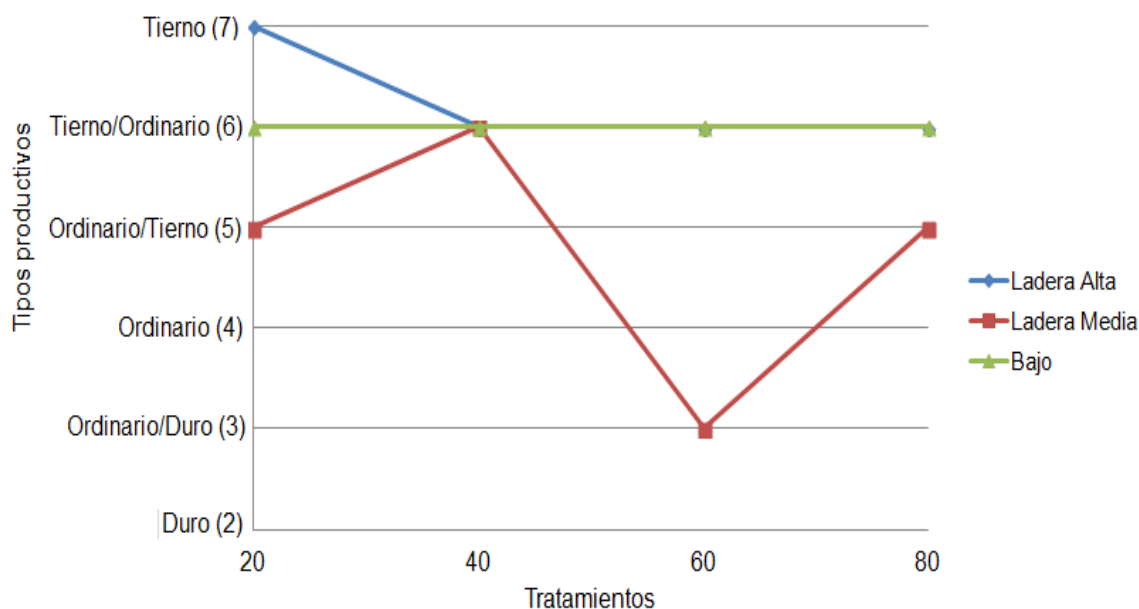
Si bien se registra variación entre los tratamientos dentro de una misma zona topográfica la tendencia concuerda con resultados obtenidos anteriormente por Rosengurtt, citado por Boggiano et al. (2005), Boggiano, citado por Zanoniani et al. (2011).

Tomando como referencia particular los campos naturales de suelos pesados del litoral las pasturas naturales de los mismos, presentan una alta capacidad de respuesta frente a mejoras del manejo del pastoreo, aumentando su producción invernal con el aumento de los periodos de descanso (Boggiano et al., 2002), si bien las fluctuaciones climáticas tienen mayores efectos que el manejo en la producción de forraje.

4.5.5 Tipos productivos

La figura que se presenta a continuación describe el comportamiento de los tipos productivos a lo largo de la estación de invierno.

Figura No. 41. Variación de los tipos productivos promedio por zona topográfica durante el invierno.



El comportamiento registrado, en el caso de la ladera alta fue de una disminución de los tipos productivos luego del tratamiento 20, donde se pasó de tierno a tierno – ordinario, para luego mantenerse dicho valor en los posteriores tratamientos.

En la ladera media ocurre una gran variación entre los tratamientos pero se da una tendencia general a mantenerse el tipo productivo ordinario/tierno.

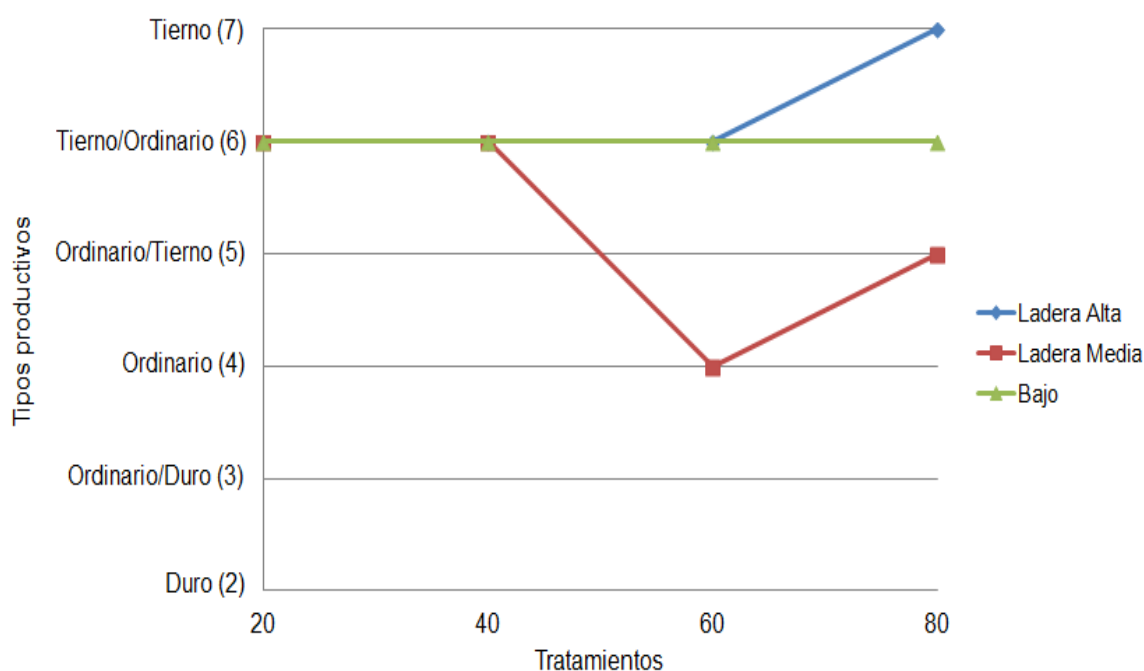
Mientras que en el bajo no se registran cambios de valores a partir de los diferentes tratamientos aplicados siendo el tipo productivo presente tierno/ordinario.

Dicho comportamiento no concuerda con resultados obtenidos anteriormente por Boggiano et al. (2005) los cuales expresan que si bien no existieron grandes diferencias en la producción total de forraje desde 40 hasta 80 días de descanso, la utilización de descansos más prolongados incremento

en mayor medida la producción invernal sin que se produzca una disminución en la calidad de la pastura. Los periodos de descanso permitieron un refinamiento del campo, elevando la contribución de los pastos finos, si se compara con lo sucedido en la ladera alta es un caso totalmente contrario a lo que hace referencia dicho autor; estando en concordancia con resultados obtenidos por Mérola y Rodríguez (1985) donde los tratamientos con pastoreos aliviados favorecen la mayor contribución de pastos duros y ordinarios, en tanto que tratamientos frecuentes a intermedios (20 a 60 días de descanso) favorecen la contribución de pastos finos y tiernos. El mayor índice de valor cultural de la pastura se observó con pastoreos cada 40 días y el menor con alivios de 60 días.

En la siguiente figura se presenta la evolución del tipo productivo predominante ante los diferentes tratamientos aplicados durante la estación de primavera.

Figura No. 42. Variación de los tipos productivos promedio por zona topográfica durante la primavera.



Durante esta estación del año lo que se puede apreciar al igual que en la figura anterior es un comportamiento indiferente del bajo frente a los diferentes tratamientos.

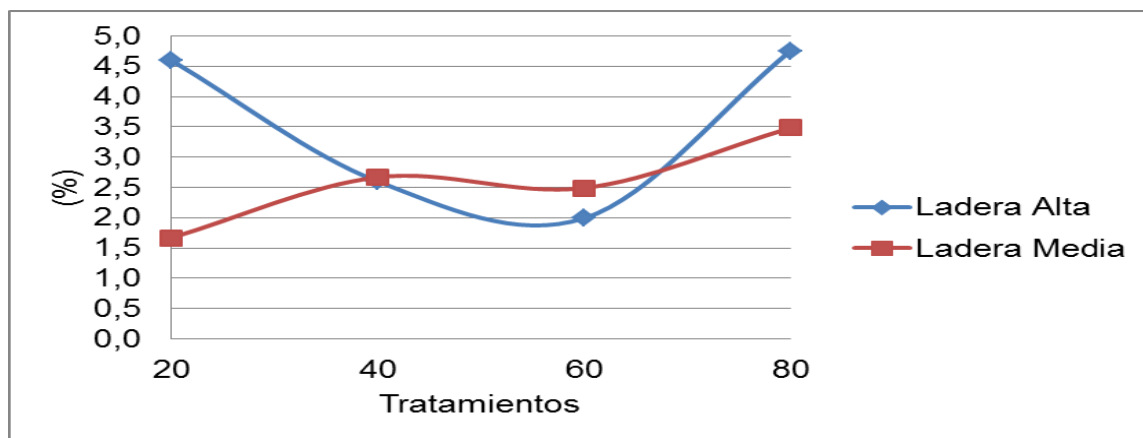
La ladera alta presenta un comportamiento incambiado hasta el tratamiento 60 ya que en el tratamiento de 80 días hay un incremento pasando de tierno/ordinario a tierno, esto concordaría con el resultado expresado anteriormente de Boggiano et al. (2005).

En cambio en la ladera media ocurre lo contrario existe una tendencia a disminuir el tipo productivo a medida que se extiende el periodo entre pastoreo, lo que coincidiría dicho comportamiento con los resultados de Mérola y Rodríguez (1985).

4.5.6 Malezas enanas

En este ítem se analiza la evolución de las malezas enanas, frente a los diferentes tratamientos aplicados, a continuación se mostrara lo ocurrido durante la estación de invierno.

Figura No. 43. Evolución de las malezas enanas durante el invierno medido en porcentaje (%).



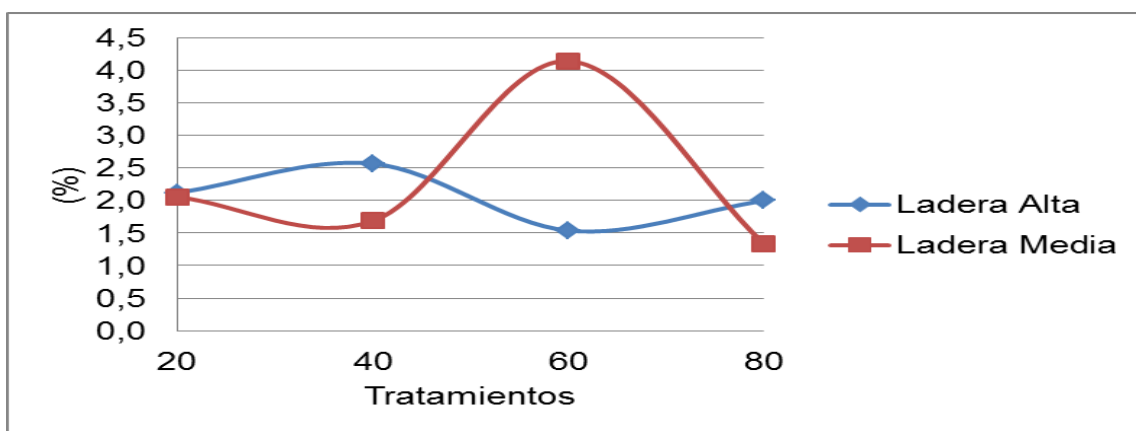
En referencia a lo observado se puede decir primero que los valores resultantes producto de los tratamientos aplicados son bajos, así como también que existe un comportamiento en la ladera alta decreciente hasta el tratamiento 60 para luego incrementarse nuevamente su contribución hacia el tratamiento 80. Mientras que en la ladera media se registra una tendencia al incremento de las malezas enanas a medida que la frecuencia de pastoreo disminuye.

No se registraron datos de aportes de estas malezas en el bajo, debido a esto no se encuentra representado en el gráfico.

Dichos resultados en el caso de la ladera media, y el incremento que se da en 80 en la ladera alta no concordarían con resultados obtenidos por Boggiano et al. (2005) donde se expresa que la respuesta general al aumento del periodo de descanso fue el incremento en la producción de forraje, en mayor magnitud cuando se pasa de 20 hacia pastoreos menos frecuentes. La utilización de esta frecuencia en la ladera, genera continuamente un stress energético a la planta que la predispone en mayor medida a las condiciones ambientales y puede condicionar su sobrevivencia. La mayor proporción de especies postradas, malezas enanas y malezas tóxicas o escasamente palatables de esta frecuencia se explica por sus menores desbalances energéticos ya que escapan o toleran mejor el sobrepastoreo impuesto.

A continuación se presenta la evolución de las mismas frente a las diferentes frecuencias de pastoreo durante la estación de primavera.

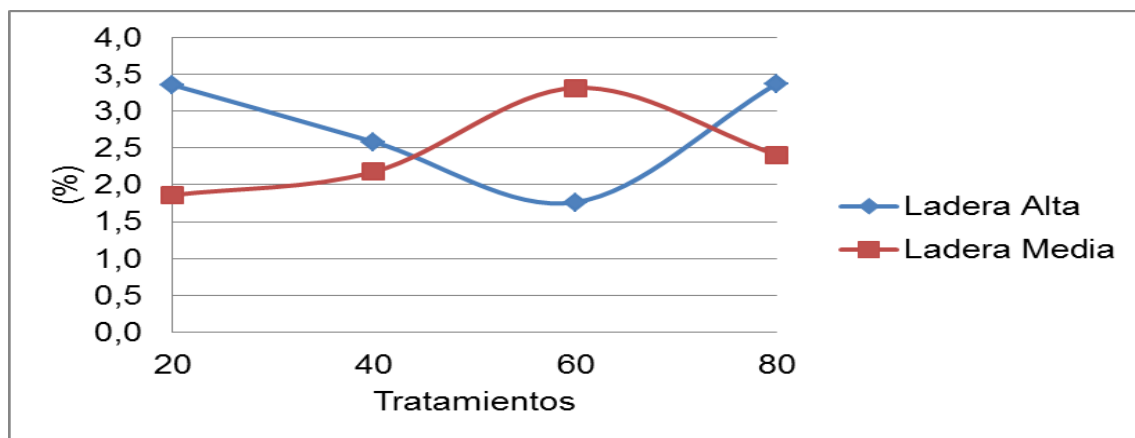
Figura No. 44. Evolución de las malezas enanas durante la primavera medido en porcentaje (%).



En este caso, así como en el anterior se registraron bajos aportes de las malezas enanas. Durante esta estación se puede apreciar una tendencia en la ladera alta así como en la ladera media hacia una disminución en la contribución de malezas enanas a medida que la frecuencia de pastoreo disminuye; si bien se debe tener en cuenta de la mayor variación de los datos en el caso de la ladera media, lo cual podría estar dado a condiciones de suelo o de requerimientos diferenciales de la vegetación, o a un error experimental lo que pudo ocasionar esta mayor variación. En este caso lo sucedido concordaría con los resultados obtenidos por Boggiano et al. (2005) ya descriptos anteriormente.

Para culminar en la siguiente figura se mostrara el comportamiento registrado por las malezas enanas durante todo el periodo de estudio.

Figura No. 45. Evolución promedio de las malezas enanas durante el periodo de estudio medido en porcentaje (%).



Como resultado general se detecta un bajo aporte de las especies que componen esta categoría, así como un comportamiento parecido a lo ocurrido durante la estación de invierno donde se puede observar una tendencia al incremento de la contribución de las malezas enanas principalmente en la ladera media, a medida que se aumenta el intervalo entre pastoreo, presentando una gran variación entre los datos. No registrándose datos de dicha variable en el bajo.

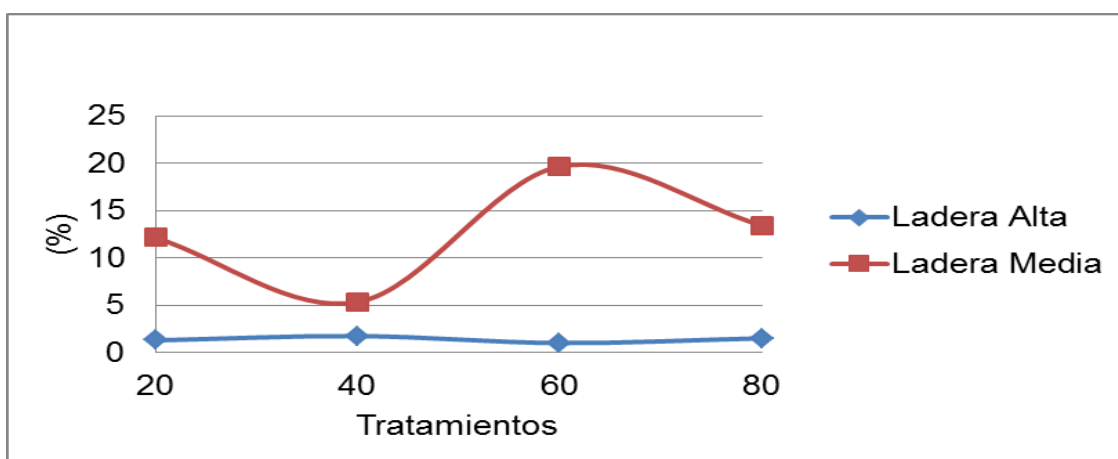
Estos comportamientos no eran lo esperado; siendo lo esperado una disminución del enmalezamiento a medida que se disminuyera la frecuencia de pastoreo ya que el tapiz ofrecería una mayor competencia debido al mayor tiempo de recuperación que tendría el mismo.

A su vez dicho comportamiento concordaría con resultados obtenidos por Ayala y Bermúdez (2005), Boggiano et al. (2005), quienes afirman que el manejo intenso provoca una mayor presencia de algunas hierbas enanas, que se asocian a los síntomas de degradación. Sin embargo estas consideraciones deben relativizarse dado que los valores encontrados son bajos.

4.5.7 Malezas de campo sucio

La evolución de las malezas de campo sucio donde integran dicha categoría especies como: *Baccharis coridifolia*, *Eryngium horridum*, *Baccharis trímera*, presentándose a continuación su comportamiento durante la estación de invierno.

Figura No. 46. Evolución de las malezas de campo sucio durante el invierno medido en porcentaje (%).



Según lo observado se puede decir que en la ladera media hay una tendencia a incrementarse el nivel de enmalezamiento a medida que se incrementa el periodo entre pastoreo, registrándose el menor valor en el tratamiento de 40 días y el máximo en el de 60 días.

Esto puede ser una consecuencia que a medida que el periodo entre remoción de forraje se extiende se genera un ambiente más favorable para la invasión, una mayor presencia de hojas envejecidas lo que hace que el tapiz pierda densidad estando de acuerdo con lo expresado por Methol (1989), generándose espacios libres donde dichas especies pueden desarrollarse sin competencia, según Millot et al. (1987) son frecuentes las comunidades con Cardilla, Chilca, carqueja y miomio las cuales se asocian a sub pastoreo o bajas cargas en vacunos (Cardilla, Pajonales, Espartillos) o lanares (Carquejas y otros *Baccharis*). Pastoreos mixtos bien balanceados tienden a reducirlas, especialmente con altas cargas instantáneas o pastoreos en bloque con las categorías animales correspondientes.

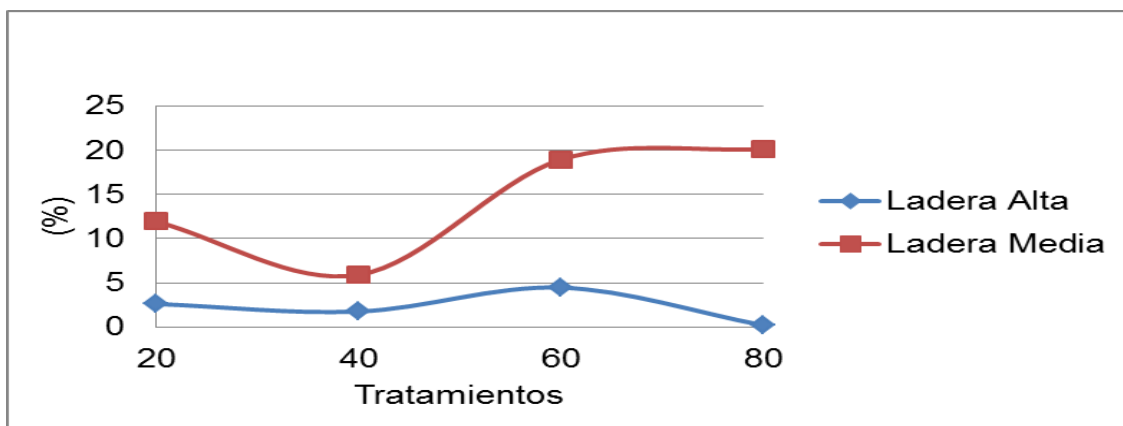
En cambio en la ladera alta no se registran cambios en el nivel de la variable manteniéndose en todos los tratamientos con niveles bajos que pueden

llegar a ser considerados como no problemáticas para la pastura. Dicho comportamiento puede estar dado a que en esta zona se dé un menor crecimiento lo que no le permite grandes acumulaciones de forraje con sus consiguientes consecuencias que acarrearán un desarrollo de estas malezas.

En el bajo no se registraron la presencia de dicho grupo de plantas.

En la siguiente figura se presentará el desempeño de dicha variable frente a las diferentes frecuencias de pastoreo estudiadas, durante la estación de primavera.

Figura No. 47. Evolución de las malezas de campo sucio durante la primavera medido en porcentaje (%).



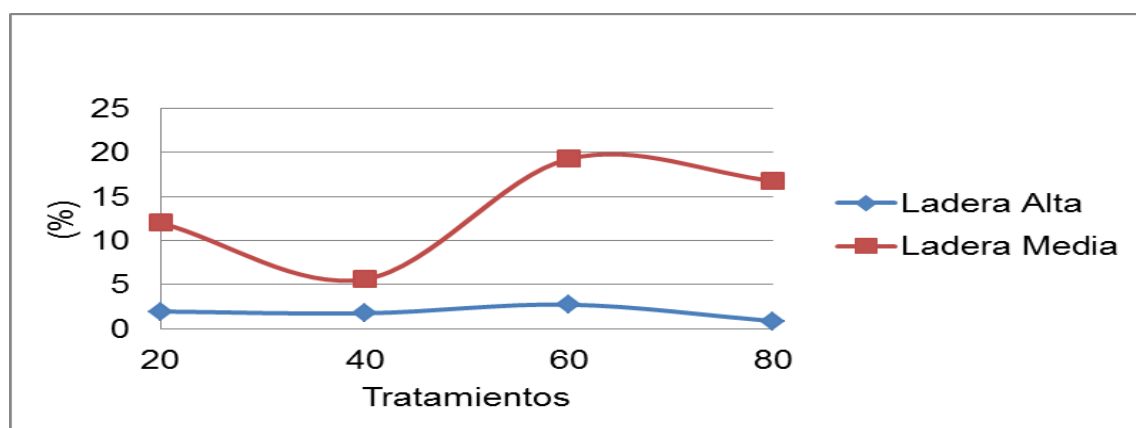
Se puede inferir que en la ladera alta hubo una leve tendencia a disminuir los niveles de malezas a medida que se extiende el periodo de pastoreo; a su vez se mantuvo en niveles de infestación por debajo de la ladera media, esto puede estar dado debido a una mayor competencia del tapiz en esta zona lo que no permite el desarrollo de estas especies.

Con respecto a la ladera media se observó un nivel superior de enmalezamiento que en la ladera alta, teniendo un descenso de la variable hacia el tratamiento 40 para luego incrementarse hacia el tratamiento de 80 días, manteniendo en general una tendencia al incremento en el nivel de malezas a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo. Esto pudo deberse a lo que hace referencia Methol (1989), de que si los periodos de reposo son demasiado largos el crecimiento de la pastura también se reduce. La falta de luz en la base de los tallos disminuye el macollaje, y las hojas viejas residuales son fotosintéticamente menos activas. El sombreado que realizan los pastos altos puede disminuir la frecuencia de las especies estoloníferas

(gramillas) y leguminosas presentes, con lo que el tapiz tiende a abrirse y perder densidad, siendo ocupados los espacios libres por malezas de mediano porte, a su vez esto concuerda con Crawley, citado por Montossi et al. (2000).

A continuación se presenta el comportamiento de las malezas de campo sucio durante el periodo de estudio.

Figura No. 48. Evolución promedio de las malezas de campo sucio durante el periodo de estudio medido en porcentaje (%).



En esta figura se da un comportamiento muy similar a lo ocurrido durante la estación de primavera; en la ladera media existe una tendencia a incrementarse los niveles de malezas cuando se incrementa los periodos entre pastoreo lo que concuerda con Gallinal et al. (1938), Altesor et al. (1998) donde luego de 55 años de pastoreo ininterrumpido en el establecimiento Palleros, en Cerro Largo, se pudo observar que, si bien la riqueza de especies aumento de manera significativa el remplazo de las mismas disminuyó notablemente su calidad forrajera. El tipo de especies que se incrementaron fueron hierbas con crecimiento de roseta, arbustos o gramíneas postradas, todas ellas con algún tipo de mecanismo físico, químico o de forma de crecimiento para evadir la herbivoría; a su vez dicha zona se mantiene siempre con niveles superiores de enmalezamiento que la ladera alta, la cual tiene una leve tendencia contraria a la de la ladera media.

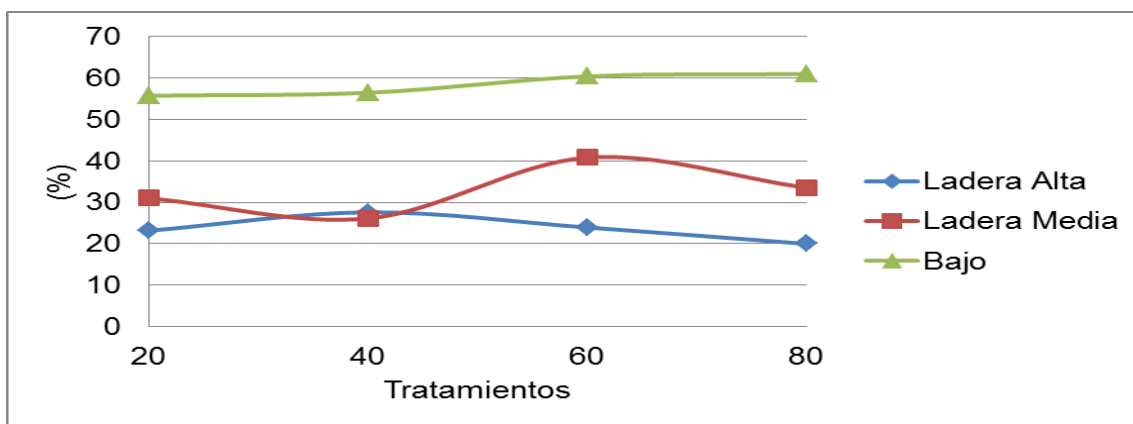
Aparte de los resultados obtenidos hay que tener en cuenta que existen otros estudios dentro de la región de las praderas del Río de la Plata que muestran distintas respuestas a los efectos del pastoreo, evidenciando que no existe un único patrón. Así por ejemplo, si bien en la pampa inundable como en 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, Sala 1988, Rusch y Oesterheld 1997, Altesor et al. 1998, Chaneton et al. 2002, Rodríguez et al. 2003).

4.5.8 Restos secos

En la siguiente figura se observa del porcentaje de restos secos frente a los diferentes tratamientos aplicados durante la estación de invierno.

Figura No. 49. Evolución de los restos secos durante el invierno medido en porcentaje (%).



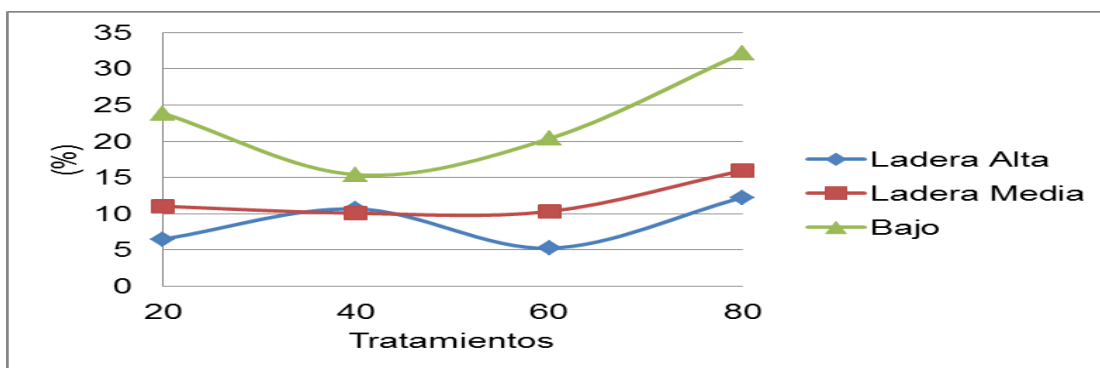
En este caso se puede observar en el bajo un valor alto de restos secos y una leve tendencia a incrementar su porcentaje a medida que se incrementa el periodo entre pastoreos manteniéndose dicha zona con valores por encima a los demás tratamientos, lo cual puede estar dado por una mayor acumulación de forraje en esta zona a través de los pastoreos sucesivos, esto trae acarreado que a medida que pasa el tiempo este forraje envejezca y sea rechazado por los animales. El material muerto es rechazado debido a su baja digestibilidad y su inaccesibilidad ya que se encuentra en el estrato inferior (Poppi et al. 1987, Vallentine, citado por Montossi et al. 2000). Lo cual puede estar dado a que la mayoría de las especies presentes en esta zona son estivales y disminuyen o detienen su crecimiento en el invierno.

Al igual que el bajo la ladera media presenta el mismo comportamiento, aunque con una mayor variación entre sus datos, dicho comportamiento puede estar dado a que en esta zona se registra una entrada de los animales con menor forraje disponible lo que hace que exista menor remanente que en el bajo con sus consiguientes consecuencias.

Algo importante a destacar es que según Saldanha (2005), al aumentar el período de descanso el contenido de proteína disminuyó. Esto no se debió a un incremento de la proporción de tejido senescente (la producción de restos secos no varió en formas significativa con las frecuencias estudiadas) y si pudo deberse en parte al aumento en la 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 región este.

A continuación se presenta la figura en la cual se podrá observar los cambios ocurridos con la contribución de restos secos durante la estación de primavera

Figura No. 50. Evolución de los restos secos durante la primavera medido en porcentaje (%).



Durante esta estación lo que se puede observar es una menor contribución de restos secos en todas las zonas bajo estudio posiblemente por consumo de los animales por perdidas al desprenderse de las plantas o por aumento en la contribución de especies de invierno.

En el bajo al igual que en la situación anterior se mantiene con niveles de contribución por encima de las otras dos zonas, observándose una caída del indicador hacia el tratamiento 40 para luego incrementarse hacia el de 80 manteniendo una tendencia al incremento del indicador a medida que se aumenta el periodo entre pastoreos.

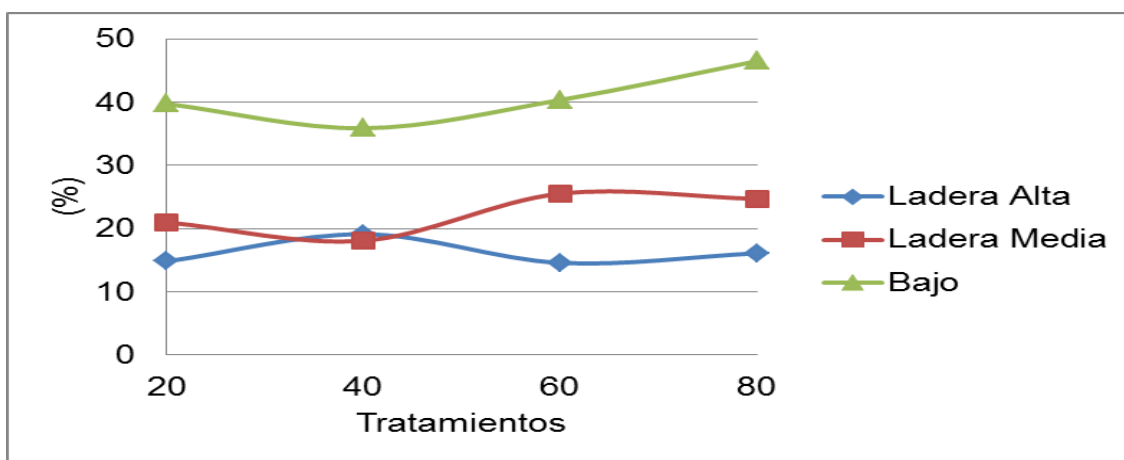
En las zonas ladera alta y media se da una similar tendencia a la que ocurre en el bajo.

Dichos comportamientos pueden deberse, a lo afirmado anteriormente según Ayala et al. (1993), Montossi et al. (2000), Saldanha (2005), coincidiendo a su vez con que a un mayor nivel de forraje disponible se traduciría en un

mayor nivel de forraje rechazado, que probablemente para el próximo pastoreo pase a estar integrando la fracción en estudio.

En la siguiente figura se observa la evolución de dicha fracción a lo largo de todo el periodo en el cual fue desarrollado el experimento.

Figura No. 51. Evolución promedio de los restos secos durante el periodo de estudio medido en porcentaje (%).



Se puede observar en este grafico una leve tendencia a incrementar el porcentaje de restos secos a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo; posiblemente dicho comportamiento podría estar asociado a una entrada de los animales con un mayor volumen de forraje a las parcelas, lo cual se explicó anteriormente las consecuencias que esto podría traer acarreado.

Los mayores niveles registrados en el bajo pueden estar asociados a una mayor concentración de especies estivales en esta zona que en el invierno incrementan la cantidad de restos secos al darse condiciones de temperaturas no adecuadas para su crecimiento.

En tanto en la ladera alta se observa una tendencia casi indiferente a los tratamientos aplicados, comportamiento que coincidiría con los resultados obtenidos por Saldanha (2005) explicados anteriormente.

4.6 CONSIDERACIONES FINALES

. En este trabajo la producción de forraje óptima se da alrededor de los 60 días de descanso, superando este umbral la producción comienza a declinar producto que el incremento de MS es superado por la senescencia del forraje.

. Donde se obtuvo una buena relación invernales/estivales fue en entorno a los 40 a 60 días entre pastoreo; dicho valor esta explicado en su mayoría por un aporte principalmente de *festuca arundinacea* y *Stipa setijera* ambas especies invernales de muy buen tipo productivo.

. La utilización del forraje tiene dos resultados bien contrastantes dependiendo del indicador se haga referencia; si se refiere a la utilización del disponible los mayores valores se dan en el tratamiento de 80 días, mientras que en la utilización del crecimiento los valores más altos se dan en el tratamiento de 20 días.

. El forraje desaparecido presento sus mayores valores en entorno a los 40 días de descanso.

. Los niveles más bajos de restos secos se registraron en el periodo entre los 40 y 60 días de descanso entre pastoreo.

. La frecuencia optima de manejo del pastoreo para invierno – primavera arrojada por este trabajo seria la que se manejara entre los 40 y 60 días.

5. CONCLUSIONES

El aumento en el periodo de descanso hasta 60 días en la ladera alta y media es una buena opción para aumentar el forraje producido; en cambio en el bajo el manejo más apropiado sería realizar pastoreos con intervalos menores a (80 días).

Para aumentar la utilización de forraje disponible se debe de disminuir la frecuencia de pastoreo generándose un mayor impacto en las zonas topográficas definidas como ladera alta y media.

En referencia a las especies que se analizaron se puede decir que en el caso de la *Stipa setigera* en la ladera alta se promovería la misma con aumentos en los días entre pastoreo ocurriendo un comportamiento inverso para el caso de la ladera media.

Al disminuir la frecuencia de pastoreo se promovería la contribución de las especies *Paspalum urvillei*, *Festuca arundinacea* generándose un efecto más marcado para la zona baja, sucediendo lo mismo para el caso de *Paspalum quadrifarium*. En cambio con este tipo de manejo del pastoreo (mas aliviado) perjudicaría la contribución de *Paspalum notatum* si se pasa de un periodo entre pastoreo mayor a los 40 días.

Para incrementar la relación gramínea/leguminosa en una pastura natural se debería disminuir la frecuencia de pastoreo, no superando los 60 días para el caso de la ladera alta ya que a partir de dicho periodo la misma disminuye.

La relación cespitosas/postradas se incrementó a medida que se extiende el periodo entre pastoreos, dicho manejo a su vez favorece un mayor aporte de restos secos en la ladera media y bajo, así como un desarrollo de malezas de campo sucio en la ladera media.

Donde la memoria genética del campo es suficiente para lograr respuestas productivas frente a ajustes en el manejo del pastoreo, éste se transforma en la herramienta fundamental, para modificar las relaciones de competencia entre las plantas y conducir la sucesión vegetal regenerando una composición botánica más productiva.

6. RESUMEN

En este trabajo se evaluó el desempeño del campo natural en producción de forraje y la dinámica de las especies que componen el tapiz del mismo frente a diferentes frecuencias de pastoreo (20, 40, 60 y 80 días respectivamente). El área experimental constó de 2,2 háas que se divididas en 4 parcelas a las cuales se le aplicaran las frecuencias antes mencionadas, las que además se diferencian en 3 zonas topográficas, ladera alta, media y bajo. El periodo experimental estuvo comprendido entre el 24 de abril y el 18 de noviembre del 2011. El método utilizado para el análisis de los resultados fue el descriptivo. El forraje disponible se incrementó al aumentar los días entre pastoreo en todas las zonas; un resultado similar se obtuvo para el caso de la utilización de dicho forraje fundamentalmente en la zona de la ladera alta y media. En referencia al forraje producido, el mismo tiene un comportamiento muy variado entre las diferentes zonas, presentando una tendencia común de incremento a medida que se disminuye la frecuencia de pastoreo. *Festuca arundinacea* presentó una tendencia de incremento en su aporte a medida que se extiende el periodo entre pastoreo, presentando el bajo una superioridad sobre las demás zonas. Una situación similar ocurrió con el *Paspalum quadrifarium* en el bajo, mientras que en las otras zonas su comportamiento fue errático; el *Paspalum urvillei* tuvo una respuesta similar a este manejo. El *Paspalum notatum* disminuyó su aporte de forraje al disminuir la frecuencia de pastoreo. La calidad de la pastura medida como la relación gramínea/leguminosa en la ladera media y bajo tuvo una tendencia de incremento a medida que disminuye la frecuencia de pastoreo, mientras que en la ladera alta no hay variación en dicho indicador hasta el tratamiento 60, decreciendo en el tratamiento 80. La relación cespitosa/postrada tuvo un incremento en todas las zonas a medida que se disminuyó la frecuencia de pastoreo. Mientras que las malezas de campo sucio presentaron un incremento en la ladera media a mayor periodo entre pastoreo; presentándose en la ladera alta una leve tendencia inversa, pero con aportes menores. Los restos secos, se incrementaron con el aumento de los días entre pastoreo en el caso de la ladera media y el bajo, mientras que en la ladera media se registra una tendencia a mantener los niveles con alta variación entre los tratamientos, siendo el bajo el que presenta los mayores valores.

Palabras clave: Frecuencia de pastoreo; Campo natural; Producción de forraje.

7. SUMMARY

In this work, we evaluated the performance of natural field in forage production and the dynamics of the species that compose the carpet of the same front to different frequencies of herding (20, 40, 60 and 80 days respectively). The experimental area consisted of 2.2 hectares that are divided into 4 plots to which you apply the above frequencies, which in addition are differentiated in 3 topographical areas, hillside high, medium and low. The experimental period was between the April 24 and 18 November 2011. The method used for the analysis of results was the descriptive. The available forage was increased by increasing the days between herding in all areas; a similar result was obtained for the case of the use of such forage primarily in the high and medium hillside. In reference to the forage produced, it behaves very varied between different areas, presenting a common trend of increase in extent that decreases the frequency of herding. *Festuca arundinacea* showed a tendency to increase its contribution that extends the period between herding, presenting the low hillside a superiority over other areas. A similar situation occurred with the *Paspalum quadrifarium* on low hillside, while in the other areas, its behavior was erratic; the *Paspalum urvillei* had a similar response to this management. The *Paspalum notatum* decreased its contribution of forage by decreasing the frequency of herding. The pasture quality measured as the ratio grass/legume in the middle and low hillside had a tendency of increase with the decreasing in the frequency of herding, while in the hillside high there is no variation in the indicator until the treatment 60, decreasing in the treatment 80. The relationship turfgrass/ lying had an increase in all the areas as decreased the frequency of herding. While weeds of dirty field presented an increase in the middle hillside to a greater period between herding; showing up at the hillside high a slight inverse trend, but with minor contributions. The dry remains, were increased with the increase in days between herding in the case of medium and low hillside, while in the medium hillside there is a tendency to maintain high levels with high variation between treatments, being the low hillside which presents the highest values.

Key words: Frequency of grazing; Natural Field; Forage production.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUERRE, J. I. 2012. Caracterización de la microflora fijadora de nitrógeno en dos biotipos de pasto miel. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 65 p.
2. AGNUSDEI, M. G.; COLABELLI, M. R.; FERNÁNDEZ GRECCO, R.C. 2001. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sudeste bonaerense. INTA Balcarce. Boletín Técnico. no. 152. 28 p.
3. ALLDEN, W. G.; WHITTAKER, I. A. 1970. The determination of herbage in take by grazing sheep; the interrelationship of factors influencing herbage intake and availability. Australian Journal of Agricultural Research. 21: 755 – 766.
4. ALLISON, C. D. 1985. Factors affecting forage intake by range ruminants; a review. Journal Range Management. 38 (4): 305 – 311.
5. ALTAMIRANO, A.; DA SILVA, H.; DURAN, A.; ECHEVERRIA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. t. 1, 96 p.
6. ALTESOR, A.; DILANDRO, E.; MAY, H.; EZCURRA, E. 1998. Long – term species changes in a Uruguay grassland. Journal of Vegetation Science. 9: 173 – 180.
7. _____.; PIÑEIRO, G.; LEZAMA, F.; RODRIGUEZ, C.; LEONI, E.; BAEZA, S.; PARUELO, J. M. 2005a. 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 – 30 (Serie Técnica no. 151).
8. _____.; OESTERHELD, M.; LEONI, E.; LEZAMA, F.; RODRIGUEZ, C. 2005b. Effect of grazing on community structure and productivity of a Uruguayan grassland. Plant Ecology. 179: 83 – 91.
9. _____.; _____.; _____.; JACKSON, R. B.; SARASOLA, M.; PARUELO, J. M. 2006. Ecosystem changes associated with grazing in subhumid South American grasslands. Journal of Vegetation Science. 17: 323 – 332.

10. AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; CARAMBULA, M. 1993. Caracterización y estrategias de utilización de pasturas naturales en la región este. In: Campo Natural; Estrategia Invernal. Manejo y Suplementación (1993, Treinta y Tres, UY). Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 1 – 28 (Serie Actividades de Difusión no. 49).
11. _____.; BERMÚDEZ, R. 2005. Estrategias de manejo en campos naturales sobre suelos de lomadas en la región este. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 41 – 50 (Serie Técnica no. 151).
12. BAKER, H.K.; CHARD, J. R.; HUGHES, J. P. 1961. The production and utilization of winter grass at various centers in England and Wales. I. Management for herbage production. Journal of the British Grassland Society. 16:185 – 189.
13. BEEDOWS, A. R.; JONES, L. I. 1958. Grasses in Winter. I. Observation at Aberswyth.II. Suggestions regarding winter herbage. Journal of the British Grassland Society. 13:170 – 176.
14. BERRETTA, E. J.; LEVRATTO, J. C.; ZAMIT, W.; BEMHAJA, M.; PITTALUGA, O.; SILVA, J. A.; CLARIDGET, J. B.; GERRA, J. C. 1990. Efecto del sistema de pastoreo, relación lanar /vacuno y carga animal sobre la producción y utilización de pasturas naturales. I. Evolución de la vegetación en pastoreo continuo y rotativo a igual dotación y relación lanar/vacuno 2/1. In: Seminario Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó, UY). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 291 – 298.
15. _____. 1994. Producción de pasturas naturales en basalto. A. Producción mensual y estacional de cuatro comunidades nativas sobre suelo de basalto. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 12 – 18 (Serie Técnica no. 13).
16. _____. 1996. Campo natural; valor nutritivo y manejo In: Risso, D. F.; Berreta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113 – 127 (Serie Técnica no. 80).

17. _____. 1998. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de las pasturas naturales. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91 – 97 (Serie Técnica no. 102).
18. _____. 2003. Aspectos de manejo del campo natural. In: Seminario Campo Natural y las Empresas Ganadera (2003, Montevideo, UY). Trabajos presentados. Montevideo, Instituto Plan Agropecuario. pp. 29 – 32.
19. BETTOLLI, M. L.; DEL CARMEN, M. A.; BRASESCO, G. C.; RUDORFF, F.; MARTINEZ, O. A.; ARROYO, J.; ARMOA, J. 2010. Pastura natural de Salto (Uruguay); relación con la variabilidad climática y análisis de contextos futuros de cambio climático. *Revista Brasileira de Meteorología*. 25 (2): 248 – 259.
20. BOGGIANO, P.; MARASCHIN, G.; NABINGER, C.; RIBOLDI, J. 2002. Producao de material seca da pastagem native adubada com nitrogenio. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur, Zona Campos (19º., 2002, Corrientes, AR). Trabajos presentados. Mercedes, Corrientes, AR, s.e. p. 98.
21. _____. 2003. Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Componente Manejo y conservación de la diversidad biológica. Subcomponente Manejo integrado de pradera; proyecto combinado GEF/IBRD. Montevideo, Uruguay. 72 p.
22. _____.; ZANONIANI, R.; MILLOT, J. 2005. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de interacción. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105 – 113 (Serie Técnica no. 151).
23. _____. 2010. Biodiversidad y productividad del campo natural. In: Seminario Biodiversidad Conservación y Uso Sostenible de la Flora Nativa (2010, Maldonado, UY). Trabajos presentados. Piriápolis, s.e. pp. 48 – 52.
24. BOOYSEN, P. DE V.; TANTON, N. M. 1978. Grassland management. In: Principles Congress (1978, Colorado, USA). Papers presented. Colorado, USA, s.e. pp. 551 – 554.

25. BRANSBY, D. I. 1989. Implications of grazing experiments which employ only one grazing level por treatment. In: International Grassland Congress (1989, Nice, FA). Travaux presentée. Nice, France, s.e. pp. 1123 – 1124.
26. BRISKE, D. 1991. Development morphology and phisiology of grasses. In: Heitschmidt, R. K.; Stuth, J. W. eds. Grazing management an ecological perspective. s.n.t. pp. 85 – 108.
27. _____. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems; a functional interpretation. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. The ecology and management of grazing systems. s.n.t. pp. 37 – 67.
28. _____.; DERNER, J. D.; BROWN, J. R.; FUHLENDORF, S. D.; TEAGUE, W. R.; HAVSTAD, K. M.; GILLEN, R. L.; ASH, A. J.; WILLMS, W. D. 2008. Rotational grazing on rangelands; reconciliation of perception and experimental evidence. Rangeland Ecology Management. 61:3–17.
29. BROUGHMAN, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australia. Journal agriculture Management. 7: 377 – 387.
30. BRYANT, H. T.; BLASER, R. E. 1961. Yields and stands of orchardgrass compared under clipping and grazing intensities. Agronomy Journal Management. 53: 9 – 11.
31. _____.; _____. 1968. Effects of clipping compared to grazing of ladino clover-orchardgrass and alfalfa-orchardgrass mixtures. Agronomy Journal Management . 60: 165 – 166.
32. BURLISON, A. J.; HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. 1991. Sward canopy structure and the bite dimensions and bite weibht of grazing sheep. Grass and Forage Science. 46: 29 – 38.
33. CANGIANO, C.; ESCUDER, C.; GALLI, J.; GOMEZ, P.; RIOSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
34. CALDWELL, M. M. 1991. Ecophysiology of rangeland plants. Journal of Range Management. 44 (6): 423 – 424.
35. CAMPBELL, A. G. 1966a. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry matter use in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. Journal of Agriculture Science (Cambridge). 67: 211 – 216.

36. _____. 1966b. Grazed pastures parameters. I. Pasture dry mater production and availability in stoking rate and granzing management experiment with dairy cows. *Journal of Agriculture Sience* (Cambridge). 67: 211 – 6.
37. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
38. _____.; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; BERMUDEZ, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, INIA. 19 p. (Boletín de Divulgación no. 46).
39. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
40. _____. 2002. Pasturas y forrajeras; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
41. _____. 2004. Pasturas y forrajes, manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
42. CARBAJAL, C.; FERNANDEZ, J.; GABACHUTTO, I. 1987. Producción y calidad de diferentes especies forrajeras nativas bajo condiciones de campo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
43. CARVALHO, P. C.; PRACHE, S.; DAMASCENO, J. C. 2001. Importancia da estrutura da pastagem na ingestao e selesao de dietas pelo amimal em pastejo. *In*: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª; 2001, Piracicaba). Trabalhos apresentados. s.l., FEALQ. pp. 853 – 871.
44. _____.; NABINGER C.; LEMAIRE G.; GENRO T. C. M. 2011. Challenges and opportunities for livestock production in natural pastures; the case of Brazillian Pampa Biome. *In*: International Rangeland Congress (9th., 2011, Rosario, AA). Proceedings. Rosario, Universidad de Rosario. pp. 9 - 15.
45. CESAR, J. 1991. Les facteurs de production herbacee des savanes humides d'Afrique tropicale. *In*: International Rangeland Congress (1987, Montpellier, FA). Travaux presentée. Montpellier, s.e. s.p.

46. CHACON, E. A.; STOBBS, T. H. 1967. Influence of progressive defoliation of a grass sward in the eating behavior of cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27: 709 – 727.
47. CHANETON, E. J.; PERELMAN, S. B.; OMACINI, M.; LEON, R.J. 2002. Grazing, environmental heterogeneity, and alien plant invasions in temperate Pampa grasslands. *Biological Invasions*. 4: 7 – 24.
48. CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *In*: International Grassland Congress (17th, 1993, New Zealand). Papers presented. New Zealand, s.e. pp. 95-104.
49. CLARK, D. A.; LAMBERT, M. G.; ROLSTON, M. P.; DYMOCK, N. 1982. Diet selection by goats and sheep on hill country. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Productions*. 42: 155 – 157.
50. CORBET, J. L. 1957. Studies on the extensions of the grazing season. *Journal of the British Grassland Society*. 12: 187-90.
51. DAGET, P. H.; POISSONET, J.; TOURET, I. 1991. Climats et vegetation dans une savane paturee au Senegal. *In*: International Rangeland Congres (29^{ème}, 1991, Montpellier, FA). Travaux presentée. Montpellier, s.e. p. irr.
52. DA MOTA, F. S.; BERNY, Z. B.; DA MOTA, J. F. 1981. Indice climático de crecimiento de pastagens naturais no Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 16 (4): 453 – 472.
53. DAVIES, A. 1988. The regrowth of grass swards. *In*: Jones, M. B.; Lazenby, A. eds. *The grass crop*. s.n.t. pp. 85 – 127.
54. DEBELLIS, I. R.; GOÑI, O. C.; MELLO, B. J.; SANTANA, B. P. 1995. Respuesta a mejoramientos en coberturas sobre campos regenerados, bajo 5 frecuencias de pastoreo (Unidad de suelo San Manuel). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 200 p.
55. DETLING, J. K.; PAINTER, E. L.; COPPOCK, D. L. 1986. Resulting from grazing pressure: evidence for a likely phenomenon. Ecotypic differentiation. *In*: International Rangeland Congress (2nd, 1986, Canberra, AA). *Proceedings*. Canberra, s.e. pp. 431 – 433.

56. DÍAZ, S. 1989. Recuperación pos-disturbio en pastizales de altura. Laboreo en la tierra y uso pastoral. Tesis Dr. en Ciencias, Córdoba, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. 96 p.
57. DONALD, C. M.; BLACK, J. N. 1958. The significance of leaf area in pasture growth. *Herbage Abstracts*. 28: 1-6.
58. DURÁN, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
59. FERNÁNDEZ, G. M.; NAVA, F. M. P. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.
60. FLORES, E. R.; PROVENZA, F. D.; BALPH, D. F. 1989a. The effects of experience on the foraging skill of lambs; importance of plant form. *Applied Animal Behaviour Science*. 23: 285 – 291.
61. _____.; _____.; _____. 1989b. Relation between plant maturity and foraging experience of lambs grazing Hycrest Crested Wheatgrass. *Applied Animal Behaviour Science*. 23: 279 – 284.
62. 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*: Seminario Nacional Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó, UY). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 299 – 310.
63. _____. 1991. Análisis de la vegetación perteneciente a los suelos medianamente superficiales de basalto. *Revista Agropecuaria (Uruguay)*. 1(6): 92 – 101.
64. FORMOSO, F. A.; ALLEGRI, M. 1979. Producción y calidad del forraje de gramíneas perennes subtropicales. *In*: Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía (2ª., 1979, Montevideo, UY). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. p. 11.
65. _____. 1990. Manejo de especies y mezclas. *Revista Plan Agropecuario*. 18(51): 31 – 34.

66. _____. 2000. Manejo de la alfalfa para la producción de forraje. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Uruguay, INIA. pp. 1 – 19 (Boletín de Divulgación no. 69).
67. FRAME, J. 1990. Utilización de pasturas; efectos de los animales sobre las pasturas. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 17 – 31.
68. FULS, E. R.; BOOYSEN, J.; BOSCH, O. J. 1991. Dynamique de la vegetation et des habitats durant la degradation des parcours. *In*: Rangeland Congress (1991, Montpellier, FA). Travaux presentée Montpellier, France, s.e. p. irr.
69. GALLINAL, J.; BERGALLI, L.; CAMPAL, E.; ARAGONE, L.; ROSENGURTT, B. 1938. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay; primera contribución. Montevideo, Imprenta Germano Uruguaya. 208 p.
70. GALT, H. D.; KRAMER, J. L. 1982. Grazing systems for range improvement and livestock production in the northern great plains. *In*: Rangeland Congress (1982, Colorado). Papers presented. Colorado, USA, s.e. pp. 534 – 537.
71. GARCÍA, J. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).
72. GARCÍA DE SOUZA, A.; MARASCHIN, G. E. 1987. Evolucao animal da pastagem nativa sob pastejo continuo e rotativo. *In*: Reunión Técnica Grupo Forrajeras Cono Sur (9^a, 1987, Tacuarembó UY). Trabajos presentados. Tacuarembó, UNESCO/FAO/IMT. pp. 51 – 54.
73. GARDNER, A. L. 1958. A comparison of broadcast and wide row spaced grasses when managed for forage production. Journal of the British Grassland Society. 13: 177 – 186.
74. GERVAZ, B. M.; INDARTE, G. G. 1996. Efectos de la frecuencia del pastoreo sobre la calidad de la pastura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
75. GILLET, M. 1984. Las gramíneas forrajeras. Zaragoza, España, Acribia. 355 p.

76. GOMES DE FREITAS, J.; DE SOUZA, P. J.; FORMOSO, D. 1985. Evaluación cualitativa y cuantitativa de un campo natural de noreste de durazno. In: Seminario Campo Natural (1º., 1985, Cerro Largo, UY). Trabajos presentados. Cerro Largo, s.e. p. 33.
- 77 GONCALVES, E. N.; CARAVALHO, P. C.; GONCALVES, C. E.; SANTOS, D. T.; DIAZ, J. A.; BAGGIO, C.; NABINGER, C. 2009. Recomendacoes planta-animal em ambientes pastoril heterogéneo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38: 611 – 717.
78. HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry metter yield of pasture. *Australian Journal of experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15: 633 – 670.
79. HAYNES, R. J. 1980. Competitive aspects of the grass- legume association. *Advances in Agronomy Management*. 33: 227 – 261.
80. HECTOR, A.; LOREAREAU, M. 2005. Relationships between biodiversity and production in grasslands at local and regional scales. In: McGilloway, D. A. ed. *Grassland a global resource*. s.n.t. pp. 295 – 304.
81. HEITSCHMIDT, R. K.; GORDON, R. A.; BLUNTZER, J. S. 1982a. Short duration grazing al the Texas Experimental Ranch; effects on forage quality. *Journal Range Management*. 35 (3): 372 – 374.
82. _____.; FRASURE, J. R.; PRICE, D. L.; RITTEN HOUSE, L. R. 1982b. Short duration grazing at the Texas Experimental Ranch; weight of growing heifers. *Journal Range Management*. 35 (3): 379.
83. _____.; TAYLOR, C. A. 1993. Livestok production. In: Heitschdmidt, R. K.; Stuth, J. W. eds. *Grazing management an ecological perspective*. Oregon, s.e. pp. 161 – 177.
84. _____.; WALKER, J. W. 1997. Grazing management: technology for sustaining rangeland ecosystems In: Simposio Internacional sobre Producao Animal em Pastejo (2º., 1997, Minas Gerais). *Trabalhos apresentados*. Vicosa, Universidade Federal de Vicosa. pp. 303 – 331.

85. HERRERA, C. J.; HERRERA, A. Y.; CARRETE, C. F.; ALMARAZ, A. N.; NARANJO, J. N.; GONZÁLEZ, G. F. 2011. Cambio en la población de gramíneas en un pastizal abierto bajo sistema de pastoreo continuo en el norte de México. *Revista Inter ciencia*. 36 (4): 300 – 305.
86. HODGSON, J. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. *In*: Hacker, J. B. ed. *Nutritional limits to animal production from pastures*. Queensland, Australia, s.e. pp. 153 – 166.
87. _____. 1982. Ingestive behavior. *In*: Leaver, J. D. ed. *Herbage intake handbook*. s.l., British Grassland Society. pp. 113 – 139.
88. _____. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339 – 346.
89. _____. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Logman. pp. 23 – 156.
90. HODKINGSON, K. C.; TERPSTRA, J. W. 1989. Grazing pressure by sheep; consequences for pasture stability in an Australia mulga woodland. *In*: *International Grassland Congress (16th, 1989, Nice, FA)*. Papers presented. Nice, s.e. pp. 1069 – 1070.
91. HUNT, I. V. 1969. Introducción experimental a los problemas de manejo de pasturas en la Mesopotamia Argentina. Concepción del Uruguay, INTA. pp. 3 – 23 (Serie didáctica no. 8).
92. ILLIUS, A. W.; CLARK, D. A.; HODSON, J. 1992. Discrimination and patch choice by sheep grazing grass-clover swards. *Journal of Animal Ecology*. 61: 183 – 194.
93. JAURENA, M.; BENTANCOCUR, O.; AYALA, W.; RIVAS, M. 2011. Especies indicadoras y estructuras de praderas naturales de Basalto con cargas contrastantes de ovinos. *Agrociencia (Montevideo)*. 15 (1): 103 – 114.
94. JONES, M. B. 1988. Water relations. *In*: Jones, M. B.; Lazenby, A. eds. *The grass crop*. New York, s.e. pp. 205 – 236.
95. KEMP, D.; MICHALK, D. 2005. Grasslands for production and the environment. *In*: McGilloway, D. A. ed. *Grassland a global resource*. s.n.t. pp. 193 – 208.

96. LANGER, R. H. 1970. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. s.p.
97. _____. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.
98. LANGLANDS, J. P.; SANSON, J. 1976. Factors affecting the nutritive value of the diet and the composition of rumen fluid of grazing sheep and cattle. *Australian Journal of Agricultural Research*. 27: 691 – 707.
99. LATERRA, P.; VIGNOLIO, O. R.; HIDALGO L. G.; FERNÁNDEZ, O. N.; CAUHÉPE, M. A.; MACEIRA, N. O. 1998. Dinámica de pajonales de paja colorada (*Paspalum* spp.) manejados con fuego y pastoreo en la pampa deprimida Argentina. *Ecotrópicos*. 11(2): 141 – 149.
100. LECONTE, D. 1986. Comportement du triple blanc associé á gramineés en Basse – Normandie. *Fourrages*. 108: 103 – 128.
101. LEZMA, F.; ALTESOR, A.; LEON, R. J; PARUELO, J. M. 2006. Heterogeneidad de la vegetación en pastizales naturales de la región basáltica del Uruguay. *Ecología Austral* (Asociación Argentina de Ecología). 16: 167 – 168.
102. L'HUILLIER, P. J.; POPPI, D. P. 1984. Influence of green leaf distribution on diet selection by sheep and the implications for animal performance. *Proceedings of the New Zealand of Animal Production*. 44: 105 – 107.
103. LOK, S. 2010. Indicadores de sostenibilidad para el estudio de pastizales. *Revista Cubana de Ciencias Agrícola*. 44 (4): 333 – 344.
104. MACERIA, N. O.; VERONA, C. A. 1984. El pastoreo como factor organizador de la comunidad vegetal en un pastizal natural. *Revista Argentina de Producción Animal*. 4: 11-12.
105. MCNAUGHTON, S. J. 1986. Plants under intensive grazing; lessons from the Serengeti. In: *International Rangeland Congress* (2nd., 1986, Canberra, AA). Papers presented. Canberra, s.e. pp. 436 – 437.
106. MARTÍNEZ, E. D. 2005. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la implantación, producción inicial y composición química de *Lotus Glaber mill* y *Trifolium repens* sembradas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 137 p.

107. MAZZANTI, A. E. 1993. Uso eficiente de pasturas bajo corte o pastoreo. In: Jornadas de Actualización Técnica en Invernada (1^a., 1993, Mar del Plata).Memorias. Mar del Plata, Balcarce. INTA/ Facultad de Ciencias Agrarias. p. 11 – 18.
108. MEIRELLES, M.; RIANI, J. 1988.Producción de forraje según tres frecuencias de corte en suelos de diferente profundidad desarrollados sobre Basalto. Parte I. Tesis Ing. Agr. Montevideo Uruguay. Facultad de Agronomía. 111 p.
109. MÉROLA, S.; RODRIGUEZ, S. 1985. Efecto de la frecuencia del pastoreo sobre la composición de un tapiz natural de Basalto medio. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
110. METHOL, R. 1989. El pastoreo rotativo una herramienta de trabajo. Almanaque del Banco de Seguros del Estado (Uruguay) 1989: 190 – 192.
111. MILLER, E.; RAVASCHIO, R.; MUJICA, R.; FORMOSO, D. 1985. Comparación de dos ecosistemas de pastoreo para producción de carne en un campo natural sobre cristalino. In: Seminario Campo Natural (1^o., 1985, Cerro Largo, UY). Trabajos presentados. Cerro Largo, s.e. p. 36.
112. MILLOT, J. C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
113. MONTOSI, F.; FIGURINA, 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. 84 p. (Serie Técnica no. 113).
114. MUNDY, E. J. 1961 The effect of urine and its components on the botanical composition and production of a grass clover sward. Journal of the British Grassland Society. 16: 100 – 105.
115. NABINGER, C. 1997. Princípios da Exploracao Intensiva de Pastagens. In: Simpósio Sobre o Manejo da Pastagem; Producao de Bovinos a Pasto (13^o., 1997, Piracicaba, BR). Trabalhos apresentados. Piracicaba, s.e. s.p.

116. _____.; DE FACCIO CARVALHO, P. C. 2009. Ecofisiologia de sistemas pastoriles: Aplicaciones para su sustentabilidad. Agrociencia (Montevideo). 13 (3): 18 – 27.
117. NETO GONCALVEZ, J. O.; GIRARDI-DEIRO, A. M. 1986. Efeito de tres cargas animais sobre a vegetacao de pastagem natural. Pesquisa Agropecuaria Brasileira (Brasilia). 21(5): 547-554.
118. NEWMAN, J. A.; PARSON, A. J.; HARVEY, A. 1992. Nota II sheep prefer clover: diet selection revisited. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 119: 275 – 283.
119. _____.; PENNING, P. D.; PARSON, A. J.; HARVEY, A.; ORR, R. J. 1994. Fasting affects intake behaviour and diet preferences of grazing sheep. Animal Behaviour. 47: 185 – 193.
120. OLMOS, F; GORDON G, 1990 In: Seminario Nacional de Campo Natural (2°. 1990, Tacuarembó, UY). Trabajos presentados. Tacuarembó, s.e. pp. 291 – 298.
121. _____. 1992. Aportes para el manejo de campo natural; efecto de la carga animal y el periodo de descanso en la producción y evolución de un campo natural de Caragatá (Tacuarembó). Montevideo, INIA. 40 p. (Serie Técnica no. 20).
122. _____.; FRANCO, J.; SOSA, M. 2005. Impacto de las prácticas de manejo en la productividad y diversidad de pasturas naturales. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 93 – 103 (Serie Técnica no. 151).
123. OLSON, K. C.; WHITE, R. S.; SINDELAR, B. W. 1985. Response of vegetation of the Northern Great Plains to precipitation amount and grazing intensity. Journal of Range Management. 38 (4): 357- 361.
124. PARSCH, L. D.; WTTS, W. M.; LOEWER, O. J. 1989. An evaluation of fixed vs. variable rotational grazing under weather uncertainty using simulation. In: International Grassland Congress (16th. 1989, Nice, FA). Proceedings. Nice, s.e. pp. 1307 – 1308.

125. PARUELO, J.; PIÑEYRO, G.; ALTESOR, A.; RODRÍGUEZ, C.; OESTERHELD, M. 2004. Cambios estructurales y funcionales asociados al pastoreo en los pastizales del Río de la Plata. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical (20^a., 2004, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 53 – 60.

126. PELOCHE, D. D. 2012. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la estructura de un campo natural reestablecido de la unidad San Manuel. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 87 p.

127. PENNING, P. D.; PARSONS, A. J.; HOOPER, G. E.; ORR, R. J. 1989. Responses in ingestive behavior by sheep to changes in sward structure. In: International Grassland Congress (16th., 1989, Nice, FA). Proceedings. Nice, s.e. pp. 791 – 792.

128. PFISTER, J. A.; DONART, G. B.; PIEPER, R. D.; WALLACE, J. D.; PARKER, E. E. 1984. Cattle diets under continuous and four-pasture, one-herd grazing systems in south central New Mexico. *Journal Range Management*. 37 (1): 50 – 54.

129. PIANKA, E. 1982. *Ecología evolutiva*. Barcelona, Omega. pp. 37 - 48.

130. PILLAR, V. P.; JACQUES, A. V.; BOLDRINI, I. I. 1989. Environmental related variation in a natural grassland of Rio Grande do Sul, Brasil. In: International Grassland Congress (16th., 1989, Nice, FA) Proceedings. Nice, s.e. pp. 1527 – 1528.

131. PIZARRO, E. A. 2000. Potencial forrajero del género *Paspalum*. *Pasturas Tropicales*. 22: 38 – 46.

132. PROVENZA, F. D.; BALPH, D. F. 1990. Applicability of five diet-selection models to various foraging challenges ruminants encounter. In: Hughes, R. N. ed. *Behavioral mechanisms of food selection*. s.n.t. pp. 423 – 458 (Serie no. G 20).

133. RALPHS, M. H.; KOTHMANN, M. M.; MERRILL, L. B. 1986. Cattle and sheep diets under short – duration grazing. *Range Management*. 39 (3): 217 – 223.

134. RHODES, I. Y.; STERN, W. 1978. Competition for light. In: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, Australia, s.e. pp. 175 – 189.
135. ROBBINS, C. T.; MOLE, S.; HAGERMAN, A. E.; HANLEY, T. A. 1987. Role of tannins in defending plant against ruminants; reduction in dry matter digestion. *Ecology*. 68 (6): 1607 – 1615.
136. RODRÍGUEZ, C.; LEONI, E.; LEAZAMA, F.; ALTESOR, A. 2003. Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *Journal of Vegetation Science*. 14: 433 – 440.
137. ROLDÁN-RUIZ, P.; FERNÁNDEZ-ALES, R. 1991. Structure horizontale des herbages patures et non patures. In: International Grassland Congress (4th., 1991, Montpellier, FA). Proceedings. Montpellier, s.e. s.p.
138. ROSENGURTT, B. 1943. Estudio sobre praderas naturales del Uruguay; 3^a. contribución. Montevideo, Barreiro. 281 p.
139. _____. 1946. Estudio sobre praderas naturales del Uruguay; 5^a. contribución. Montevideo, Rosgal. 473 p.
140. _____. 1979. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de praderas naturales del Uruguay; 5^a. contribución. Montevideo, Universidad de la República. 86 p.
141. RUSCH, G. M.; OESTERHELD, M., 1997. Relationship between productivity, and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampas grasslands. *Oikos*. 78: 519 – 526.
142. SALA, O. E.; OESTENHELD, M.; LEON, R. J.; SORIANO, A. 1986. Grazing effects upon plant community structure ir subhumid grasslands of Argentina. *Vegetatio*. 67: 27 – 32.
143. _____. 1988. The effect of herbivory on vegetation structure. In: Werger, M. J.; Van der Art, P. J.; During, H. J.; Verhoeven, J. T. eds. Plant from and vegetation structure. The Hague, Academic Publishing. pp. 317 – 330.

144. SALDANHA, S. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos del cretácico. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 75 – 83 (Serie Técnica no. 151).
145. _____.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. *Agrociencia* (Montevideo). 14 (1): 44 – 54.
146. SMETHAN, M. L. 1981. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 209 – 270.
147. STOBBS, T. H. 1973. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*. 20: 809 – 829.
148. _____. 1975. Factors influencing the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Tropical Grasslands*. 9: 141.
149. TOTHILL, J. C.; HARGREAVES, J. N. G.; JONES, R. M. 1978. Botanal; a comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. I. Field sampling. CSIRO Division of Tropical Crops and Pastures. Tropical Agronomy Technical Memorandum no. 8. 13 p.
150. VALLENTINE, J, F. 1990. Grazing management. San Diego, CA, Academic Press. 533 p.
151. VALLES, B.; CASTILLO, E.; BARRAGÁN, J.; JARILLO, J.; OCAÑA, E. 2010. Dinámica de una pastura mixta bajo pastoreo intensivo en el trópico húmedo veracruzano. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 14 (1): 3 – 22.
152. VAN DYNE, G. M.; BROCKINGTON, M. R.; SZOZS, Z., DAEK, J.; RIBIC, C. A. 1980. Large herbivore sub-system. In: Bremeyer, A. I.; Van Dyne G. M. eds. Grasslands, ecosystems and man. Cambridge, Cambridge University Press. pp. 269 – 537.
153. WHALLEY, R. D.; LODGE, G. M. 1986. The manipulation of species composition of pastures by grazing management. In: International Rangeland Congress (2nd., 1986, Canberra, AA). Proceedings. Canberra, s.e. p. 252.

154. ZAMALVIDE, J. 1998. Fertilización de pasturas. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical (14^a., 1998, Montevideo, UY). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 97 - 107.
155. ZANONIANI, R. 2009. Efecto de la oferta de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 77 p.
156. _____. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. Agrociencia (Montevideo). 14 (3): 26 – 30.
157. _____.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. 2011. Respuesta invernal de un campo natural a fertilización nitrogenada y ofertas de forraje. Agrociencia (Montevideo). 15 (1): 115 – 124.
158. _____.; _____.; _____. 2012. Respuesta poblacional invernal de dos gramíneas nativas a la fertilización nitrogenada y oferta de forraje. Agrociencia (Montevideo). 16 (2): 103 – 109.
159. ZARAZA, R. T. 2002. Efectos de la sombra sobre la composición botánica de pasturas naturales en areniscas de Tacuarembó. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
160. ZHU, T.; SUKEO, K. 1991. Un essai de regeneration et de maintien de parcours a Aneurolepidium en Cine du Nord. In: International Rangeland Congress (4th., 1991, Montpellier, FA). Communications présentée. Montpellier, s.e. s.p.
161. ZUNINO, R. F.; BAPTISTA, I. 1989. Producción de forraje según tres frecuencias de cortes en suelos de diferente profundidad desarrollados sobre Basalto. Parte 2. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 99 p.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Botanal promedio tratamiento de 20 días medido en kg MS/ha.

ESPECIE	Datos promedios en Kg MS/ha								
	Total de Periodo			Invierno			Primavera		
	LA	LM	BA	LA	LM	BA	LA	LM	BA
Restos Sescos	244.2	354.4	1064.8	424.0	585.2	1750.4	94.3	162.2	493.5
Malezas Enanas	47.9	28.8	0.0	66.9	27.1	0.0	32.1	30.3	0.0
Paspalum notatum	419.8	384.3	109.8	266.5	187.7	0.0	547.6	548.2	201.4
Paspalum dilatatum	29.8	0.0	13.6	51.7	0.0	14.7	11.5	0.0	12.7
Piptochaetium stipoide	124.3	26.4	0.0	128.9	28.0	0.0	120.4	25.1	0.0
Stipa setigera	230.1	247.5	0.0	380.8	312.5	0.0	104.4	193.3	0.0
Bothriochloa laguroides	20.6	46.2	0.0	6.9	59.7	0.0	32.0	34.9	0.0
Piptochaetium montevidense	14.8	12.0	20.1	26.1	26.3	44.2	5.4	0.0	0.0
Paspalum urvillei	0.0	1.0	93.6	0.0	0.0	197.0	0.0	1.8	7.5
Cyperaceas	55.2	103.4	0.8	95.2	143.7	0.0	21.9	69.8	1.4
Baccharis coridifolia	26.8	56.4	0.0	10.4	54.3	0.0	40.4	58.2	0.0
Cynodon dactylon	2.1	3.8	160.5	0.0	0.0	206.1	3.9	7.0	122.6
Paspalum quadrifarium	0.0	19.5	58.7	0.0	0.0	52.7	0.0	35.8	63.6
Eryngium horridum	4.0	140.2	0.0	8.8	145.8	0.0	0.0	135.6	0.0
Juncus sp	4.0	9.7	432.4	2.0	2.0	279.1	5.7	16.2	560.3
Lotus tenuis	7.2	56.3	42.3	1.8	2.0	2.7	11.8	101.6	75.2
Stipa Paposa	32.4	3.5	46.8	34.2	0.0	103.0	30.9	6.3	0.0
Festuca arundinacea	223.1	187.2	611.6	232.1	244.3	536.7	215.6	139.7	674.0
Trifolium repens	0.0	0.0	28.0	0.0	0.0	17.0	0.0	0.0	37.2
Stipa charruana	12.5	2.7	0.0	3.5	0.0	0.0	20.1	5.0	0.0
Schizachyrium microstachyum	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5	0.0
Medicago lupulina	66.8	7.1	0.9	0.0	0.0	0.0	122.4	13.0	1.6
Sporobolus Indicus	0.0	20.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	36.9	0.0
Baccharis trimera	0.0	11.5	0.0	0.0	25.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Rumex crispus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alophia amoena	18.8	7.5	0.0	12.0	12.4	0.0	24.6	3.3	0.0
Stipa brachychaeta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Eragrostis lugens	3.1	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	5.8	0.0
Poa lanigera	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisyrinchium platense	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bouteloua megapotamica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Piptochaetium Bicolor	8.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.1	3.6	0.0
Stipa Megapotamica	15.3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0	1.8	0.0

Anexo No. 2. Botanal promedio tratamiento de 20 días medido en porcentaje (%).

ESPECIE	Datos promedios en %								
	Total de periodo			Invierno			Primavera		
	LA	LM	BA	LA	LM	BA	LA	LM	BA
Restos Sescos	14.3	20.1	38.2	23.4	31.0	55.7	6.8	11.1	23.6
Malezas Enanas	3.3	1.9	0.0	4.7	1.7	0.0	2.2	2.1	0.0
Paspalum notatum	28.1	22.2	4.7	18.3	10.5	0.0	36.3	31.8	8.6
Paspalum dilatatum	1.6	0.0	0.5	3.0	0.0	0.4	0.4	0.0	0.7
Piptochaetium stipoide	8.4	1.8	0.0	8.5	1.7	0.0	8.4	1.8	0.0
Stipa setigera	12.7	14.0	0.0	20.3	16.6	0.0	6.4	11.8	0.0
Bothriochloa laguroides	1.0	2.5	0.0	0.4	3.2	0.0	1.6	1.9	0.0
Piptochaetium montevidense	0.6	0.5	0.6	1.0	1.2	1.2	0.3	0.0	0.0
Paspalum urvillei	0.0	0.1	2.7	0.0	0.0	5.6	0.0	0.1	0.3
Cyperaceas	3.4	6.2	0.1	5.6	8.1	0.0	1.7	4.6	0.1
Baccharis coridifolia	1.5	3.1	0.0	0.6	2.8	0.0	2.3	3.3	0.0
Cynodon dactylon	0.2	0.2	6.2	0.0	0.0	5.7	0.3	0.4	6.6
Paspalum quadrifarium	0.0	1.0	1.9	0.0	0.0	1.6	0.0	1.8	2.2
Eryngium horridum	0.3	8.4	0.0	0.7	8.1	0.0	0.0	8.7	0.0
Juncus sp	0.3	0.7	17.2	0.2	0.1	9.3	0.4	1.1	23.7
Lotus tenuis	0.5	3.0	1.6	0.1	0.1	0.2	0.7	5.3	2.8
Stipa Paposa	1.8	0.2	1.3	1.3	0.0	2.9	2.3	0.3	0.0
Festuca arundinacea	13.8	10.9	24.0	11.4	12.9	16.9	15.7	9.3	29.9
Trifolium repens	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	1.4
Stipa charruana	1.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	1.7	0.3	0.0
Schizachyrium microstachyum	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0
Medicago lupulina	4.1	0.5	0.1	0.0	0.0	0.0	7.4	0.9	0.1
Sporobolus Indicus	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
Baccharis trimera	0.0	0.5	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Rumex crispus	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Alophia amoena	1.1	0.4	0.0	0.5	0.7	0.0	1.6	0.2	0.0
Stipa brachychaeta	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Eragrostis lugens	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0
Poa lanigera	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sisyrinchium platense	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bouteloua megapotamica	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Piptochaetium Bicolor	0.6	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.2	0.0
Stipa Megapotamica	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.1	0.0

Anexo No. 3. Utilización del forraje disponible en la Ladera Alta medido en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización Disponible	4	0.79	0.68	176.76	30.49	28.65

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
Constante	34.00	8.96	-4.53	72.53	3.80	0.0629			
Días pastoreo	0.45	0.16	-0.26	1.15	2.73	0.1120	6.31		1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	398.72	1	398.72	7.46	0.1120
Días pastoreo	398.72	1	398.72	7.46	0.1120
Error	106.92	2	53.46		
Total	505.65	3			

Anexo No. 4. Utilización del forraje disponible en la Ladera Media medido en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización Disponible	4	0.94	0.91	23.29	22.83	20.99

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
Constante	29.70	3.43	14.92	44.48	8.65	0.0131			
Días pastoreo	0.35	0.06	0.08	0.62	5.57	0.0307	22.05		1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	244.30	1	244.30	31.07	0.0307
Días pastoreo	244.30	1	244.30	31.07	0.0307
Error	15.73	2	7.86		
Total	260.03	3			

Anexo No. 5. Utilización del forraje disponible en el Bajo medido en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización Disponible	4	0.64	0.47	55.98	25.37	23.52

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	34.75	4.72	14.46	55.04	7.37	0.0179		
Días pastoreo	0.16	0.09	-0.21	0.53	1.90	0.1971	3.75	1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	53.79	1	53.79	3.63	0.1971
Días pastoreo	53.79	1	53.79	3.63	0.1971
Error	29.66	2	14.83		
Total	83.45	3			

Anexo No. 6. Utilización total del forraje disponible medido en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización Disponible	12	0.50	0.45	83.86	87.17	88.63

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
Constante	32.82	5.52	20.52	45.11	5.95	0.0001			
Días pastoreo	0.32	0.10	0.10	0.54	3.18	0.0099	10.27		1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	614.40	1	614.40	10.09	0.0099
Días pastoreo	614.40	1	614.40	10.09	0.0099
Error	608.68	10	60.87		
Total	1223.08	11			

Anexo No. 7. Utilización del crecimiento en la Ladera Alta medida en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización Crecimiento	4	0.34	0.00	27528.20	39.52	37.07

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	114.78	69.28	-765.56	995.11	1.66	0.3457		
Días pastoreo	-2.14	3.16	-42.30	38.01	-0.68	0.6208	2.73	32.25
Días pastoreo ²	0.02	0.03	-0.37	0.42	0.71	0.6073	2.75	32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	319.84	2	159.92	0.26	0.8121
Días pastoreo	8.32	1	8.32	0.01	0.9265
Días pastoreo ²	311.52	1	311.52	0.50	0.6073
Error	619.38	1	619.38		
Total	939.23	3			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	319.84	2	159.92	0.26	0.8121
Días pastoreo	319.84	2	159.92	0.26	0.8121
Error	619.38	1	619.38		
Total	939.23	3			

Anexo No. 8. Utilización del crecimiento de forraje en la Ladera Media medido en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización Crecimiento	4	0.54	0.32	245.89	31.36	29.52

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	90.80	9.98	47.84	133.76	9.09	0.0119		
Días pastoreo	-0.28	0.18	-1.07	0.50	-1.54	0.2625	2.92	1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	158.48	1	158.48	2.38	0.2625
Días pastoreo	158.48	1	158.48	2.38	0.2625
Error	132.90	2	66.45		
Total	291.39	3			

Anexo No. 9. Utilización del crecimiento de forraje en el Bajo medido en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización de crecimiento	4	0.88	0.64	1973.42	28.98	26.5

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	133.6	18.6	-102.15454	369.25	7.19	0.09		
Días pastoreo	-2.2	0.85	-12.97695	8.53	-2.6	0.23	5.9	32.25
Días pastoreo ²	0.02	0.01	-0.08521	0.13	2.48	0.24	5.6	32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	325.39	2	162.694	3.66411	0.3465
Días pastoreo	53.14	1	53.138	1.19675	0.4715
Días pastoreo ²	272.25	1	272.25	6.13148	0.2443
Error	44.40	1	44.402		
Total	369.79	3			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	325.39	2	162.69	3.66411	0.3465
Días pastoreo	325.39	2	162.69	3.66411	0.3465
Error	44.40	1	44.40		
Total	369.79	3			

Anexo No. 10. Utilización total del crecimiento de forraje medido en porcentaje.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Utilización de crecimiento	12	0.34	0.19	234.03	97.43	99.37

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	117.42	18.65	75.23	159.61	6.30	0.0001		
Días pastoreo	-1.77	0.85	-3.69	0.16	-2.08	0.0674	5.99	32.25
Díaspast ²	0.02	0.01	-2.5E-03	0.04	1.96	0.0816	5.56	32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	613.72	2	306.86	2.28	0.1582
Días pastoreo	96.27	1	96.27	0.71	0.4197
Días pastoreo ²	517.45	1	517.45	3.84	0.0816
Error	1211.79	9	134.64		
Total	1825.51	11			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	613.72	2	306.86	2.28	0.1582
Días pastoreo	613.72	2	306.86	2.28	0.1582
Error	1211.79	9	134.64		
Total	1825.51	11			

Anexo No. 11. Forraje desaparecido durante el periodo experimental en la Ladera Alta medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Desaparecido	4	0.17	0.00	15192260.28	76.01	74.17

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	4634.45	2649.17	-6764.03	16032.93	1.75	0.22		
Días pastoreo	30.87	48.37	-177.24	238.97	0.64	0.59	1.60	1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1905296.45	1	1905296.45	0.41	0.5887
Días pastoreo	1905296.45	1	1905296.45	0.41	0.5887
Error	9357503.05	2	4678751.53		
Total	11262799.50	3			

Anexo No. 12. Forraje desaparecido durante el periodo experimental en la Ladera Media medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Desaparecido	4	0.85	0.55	34929007.02	68.10	65.65

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	-1435.75	2467.94	-32793.95	29922.45	-0.58	0.66		
Días pastoreo	251.47	112.57	-1178.91	1681.84	2.23	0.27	4.99	32.25
Días pastoreo ²	-2.27	1.11	-16.35	11.81	-2.05	0.29	4.60	32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4472086.97	2	2236043.49	2.85	0.3866
Días pastoreo	1164417.28	1	1164417.28	1.48	0.4378
Días pastoreo ²	3307669.69	1	3307669.69	4.21	0.2887
Error	785902.66	1	785902.66		
Total	5257989.63	3			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4472086.97	2	2236043.49	2.85	0.3866
Días pastoreo	4472086.97	2	2236043.49	2.85	0.3866
Error	785902.66	1	785902.66		
Total	5257989.63	3			

Anexo No. 13. Forraje desaparecido durante el periodo experimental en el Bajo medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Desaparecido	4	0.80	0.71	1661237.26	66.55	64.71

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
Constante	8065.40	812.15	4570.98	11559.82	9.93	0.0100			
Días pastoreo	-42.42	14.83	-106.22	21.38	-2.86	0.1036	6.79	1.00	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3598658.28	1	3598658.28	8.18	0.1036
Días pastoreo	3598658.28	1	3598658.28	8.18	0.1036
Error	879458.38	2	439729.19		
Total	4478116.67	3			

Anexo No. 14. Forraje total desaparecido durante el periodo experimental medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Desaparecido	12	0.12	0.00	5415887.03	217.03	218.97

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	2648.83	2721.90	-3508.54	8806.19	0.97	0.3559		
Días pastoreo	135.26	124.16	-145.60	416.13	1.09	0.3043	3.17	32.25
Días pastoreo ²	-1.31	1.22	-4.08	1.45	-1.07	0.3114	3.14	32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3404009.82	2	1702004.91	0.59	0.5727
Días pastoreo	105428.80	1	105428.80	0.04	0.8522
Días pastoreo ²	3298581.02	1	3298581.02	1.15	0.3114
Error	25811075.06	9	2867897.23		
Total	29215084.88	11			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3404009.82	2	1702004.91	0.59	0.5727
Días pastoreo	3404009.82	2	1702004.91	0.59	0.5727
Error	25811075.06	9	2867897.23		
Total	29215084.88	11			

Anexo No. 15. Producción de forraje en la Ladera Alta durante el periodo experimental medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Producido	4	0.74	0.23	54776086.76	69.90	67.45

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpM allows	VIF
Conste	2966.10	3090.56	-36303.23	42235.43	0.96	0.5131		
Días pastoreo	166.88	140.97	-1624.35	1958.12	1.18	0.4465	3.20	32.25
Días pastoreo ²	-1.32	1.39	-18.95	16.31	-0.95	0.5159	2.95	32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3547459.98	2	1773729.99	1.44	0.5078
Días pastoreo	2432112.77	1	2432112.77	1.97	0.3938
Días pastoreo ²	1115347.21	1	1115347.21	0.90	0.5159
Error	1232461.95	1	1232461.95		
Total	4779921.93	3			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3547459.98	2	1773729.99	1.44	0.5078
Días pastoreo	3547459.98	2	1773729.99	1.44	0.5078
Error	1232461.95	1	1232461.95		
Total	4779921.93	3			

Anexo No. 16. Producción de forraje en la Ladera Media durante el periodo experimental medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Producido	4	0.98	0.94	6016313.69	61.07	58.61

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	Cp	Mallows	VIF
Constante	-749.95	1024.25	-13764.32	12264.42	-0.73	0.5977			
Días pastoreo	221.84	46.72	-371.80	815.48	4.75	0.1321	13.77		32.25
Días pastoreo ²	-1.74	0.46	-7.59	4.10	-3.79	0.1641	9.69		32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6446261.61	2	3223130.81	23.81	0.1434
Días pastoreo	4499399.52	1	4499399.52	33.24	0.1093
Días pastoreo ²	1946862.09	1	1946862.09	14.38	0.1641
Error	135367.06	1	135367.06		
Total	6581628.67	3			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6446261.61	2	3223130.81	23.81	0.1434
Días pastoreo	6446261.61	2	3223130.81	23.81	0.1434
Error	135367.06	1	135367.06		
Total	6581628.67	3			

Anexo No. 17. Producción de forraje en el Bajo durante el periodo experimental medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Producido	4	0.68	0.05	59009865.80	70.20	67.75

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	9762.83	3207.78	-30995.87	50521.52	3.04	0.2021		
Días pastoreo	-155.15	146.32	-2014.32	1704.02	-1.06	0.4814	3.06	32.25
Días pastoreo^2	1.76	1.44	-16.54	20.06	1.22	0.4367	3.25	32.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2846185.83	2	1423092.91	1.07	0.5640
Días pastoreo	864988.82	1	864988.82	0.65	0.5677
Días pastoreo^2	1981197.00	1	1981197.00	1.49	0.4367
Error	1327721.98	1	1327721.98		
Total	4173907.81	3			

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2846185.83	2	1423092.91	1.07	0.5640
Días pastoreo	2846185.83	2	1423092.91	1.07	0.5640
Error	1327721.98	1	1327721.98		
Total	4173907.81	3			

Anexo No. 18. Producción de forraje en la Ladera Alta durante durante el periodo experimental medido en kg MS/ha.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Producido	12	0.25	0.17	3306541.16	212.81	214.26

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Constante	4862.87	1035.54	2555.54	7170.20	4.70	0.0008		
Días pastoreo	34.37	18.91	-7.76	76.49	1.82	0.0991	4.09	1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7086337.93	1	7086337.93	3.30	0.0991
Días pastoreo	7086337.93	1	7086337.93	3.30	0.0991
Error	21446956.54	10	2144695.65		
Total	28533294.47	11			