

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DE LA DOTACIÓN ANIMAL
EN UNA MEZCLA FORRAJERA
EN EL PERÍODO ESTIVO -OTOÑAL**

por

**Julio Giani CABRERA URRUTIA
Alvaro LUZARDO MAUCCIONE
Patricio José MACKINNON VERDIER**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2013**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha:

12 de agosto del 2013

Autores:

Julio Giani CABRERA URRUTIA

Alvaro LUZARDO MAUCCIONE

Patricio José MACKINNON VERDIER

AGRADECIMIENTOS

- Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zanoniani, director de tesis.
- Ángel Colombino, tareas de campo.
- Lic. Sully Toledo y personal de biblioteca, corrección de tesis y materiales bibliográficos.
- Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano e Ing. Agr. Alfredo Silbermann, integrantes de la mesa de defensa.
- Analía Luzardo, traducción de textos.
- A nuestras familias por su apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA.....	2
2.1.1. <u>Festuca arundinacea</u>	2
2.1.2. <u>Trifolium repens</u>	3
2.1.3. <u>Lotus corniculatus</u>	5
2.2. MEZCLA FORRAJERA	7
2.3. EFECTOS DEL PASTOREO	9
2.3.1. <u>Introducción</u>	9
2.3.2. <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	10
2.3.2.1. Frecuencia	11
2.3.2.2. Intensidad	12
2.3.3. <u>Dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas</u>	13
2.3.3.1. Gramíneas	13
2.3.3.2. Leguminosas	14
2.3.4. <u>Efecto del pastoreo sobre la pastura</u>	16
2.3.4.1. Efectos sobre el rebrote	17
2.3.4.2. Efectos sobre la producción de materia seca	18
2.3.4.3. Efectos sobre la utilización del forraje	19
2.3.4.4. Efectos sobre la calidad del forraje	20
2.3.4.5. Efectos sobre la composición botánica	22
2.3.4.6. Efectos sobre la persistencia	24
2.4. PRODUCCIÓN ANIMAL	25
2.4.1. <u>Introducción</u>	25
2.4.2. <u>Consumo</u>	26
2.4.3. <u>Relación consumo – disponibilidad</u>	28
2.4.4. <u>Selección de la dieta</u>	29
2.4.5. <u>Calidad de la pastura</u>	31
2.4.6. <u>Carga animal</u>	32

3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	34
3.1. <u>CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO</u>	34
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	34
3.1.2. <u>Descripción del sitio del experimento</u>	34
3.1.3. <u>Información meteorológica</u>	34
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	35
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	36
3.1.6. <u>Diseño del experimento</u>	36
3.2. <u>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</u>	37
3.2.1. <u>Variables determinadas</u>	38
3.2.1.1. Disponibilidad y rechazo de materia seca ..	38
3.2.1.2. Materia seca desaparecida	39
3.2.1.3. Producción de forraje	39
3.2.1.4. Tasa de crecimiento	39
3.2.1.5. Composición botánica	40
3.2.1.6. Ganancia individual	40
3.2.1.7. Producción de carne	40
3.3. <u>HIPÓTESIS</u>	41
3.3.1. <u>Hipótesis biológicas</u>	41
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	41
3.4. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	41
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	43
4.1. <u>DATOS METEREOLÓGICOS</u>	43
4.2. <u>CANTIDAD DE FORRAJE Y ALTURA</u>	46
4.2.1. <u>Disponible promedio</u>	46
4.2.2. <u>Remanente promedio</u>	48
4.3. <u>EVOLUCIÓN DISPONIBLE – REMANENTE</u>	49
4.3.1. <u>Disponible del primer pastoreo</u>	50
4.3.2. <u>Remanente del primer pastoreo</u>	51
4.3.3. <u>Disponible del segundo pastoreo</u>	52
4.3.4. <u>Remanente del segundo pastoreo</u>	53
4.4. <u>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</u>	55
4.5. <u>FORRAJE DESAPARECIDO (kg MS/ha)</u>	56
4.6. <u>PORCENTAJE DESAPARECIDO DEL FORRAJE</u> <u>DISPONIBLE</u>	57

4.7. COMPOSICIÓN BOTÁNICA	58
4.7.1. <u>Disponible del primer pastoreo</u>	58
4.7.2. <u>Remanente del primer pastoreo</u>	60
4.7.3. <u>Disponible del segundo pastoreo</u>	62
4.7.4. <u>Remanente del segundo pastoreo</u>	63
4.7.5. <u>Proporción promedio de los distintos componentes de la pastura</u>	65
4.7.6. <u>Disponible y remanente promedio (kg MS/ha)</u>	68
4.8. PRODUCCIÓN ANIMAL	69
5. CONCLUSIONES	75
6. RESUMEN	76
7. <u>SUMMARY</u>	78
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	80
9. <u>APÉNDICES</u>	86

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Disponibilidad en kg MS/ha y altura promedio por tratamiento	46
2. Remanente en kg MS/ha y la altura en función del tratamiento	48
3. Disponibilidad en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el primer pastoreo	51
4. Remanente en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el primer pastoreo	51
5. Disponibilidad en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el segundo pastoreo	52
6. Remanente en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el segundo pastoreo	54
7. Producción de materia seca (kg/ha)	55
8. Forraje desaparecido por tratamiento (kg MS/ha)	56
9. Porcentaje desaparecido del forraje disponible según tratamiento.....	57
10. Producción animal (kg/ha) y ganancia media diaria (kg/día)	71
11. Eficiencia de producción de la materia seca producida (P) y desaparecida (D), en peso vivo animal	73
Figura No.	
1. Distribución de las diferentes dotaciones en el área experimental	37
2. Precipitaciones mensuales de la serie histórica y del período noviembre 2011 a mayo 2012	43
3. Balance hídrico (PP – ETP) del período noviembre 2011 a mayo 2012 .	44
4. Temperatura media mensual de la serie histórica y del período noviembre 2011 a mayo 2012 con las mínimas y máximas para el período	45
5. Evolución de disponible y remanente (kg MS/ha) según tratamiento.....	50
6. Proporción de los distintos componentes de la pastura al inicio del experimento	59
7. Proporción de los distintos componentes de la pastura luego del primer pastoreo	61
8. Proporción de los distintos componentes de la pastura al ingreso al segundo pastoreo.....	62

9. Proporción de los distintos componentes de la pastura al final del segundo pastoreo	64
10. Proporción promedio de los distintos componentes de la pastura	66
11. Disponible y remanente promedio (kg MS/ha) de los componentes de la pastura	68
12. Producción animal (kg/ha) y ganancia media diaria (kg/animal) en función de la carga animal	69

1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay, la producción ganadera se basa principalmente en sistemas pastoriles extensivos, que utilizan pasturas naturales. Además existe una variabilidad de alternativas que intensifican la producción, dentro de las que se pueden encontrar diversos tipos de pasturas implantadas.

Las pasturas implantadas mixtas se utilizan con el fin de obtener una producción de forraje más estable a lo largo del año, atenuando así la variabilidad propia de los cambios estacionales, maximizando los rendimientos de materia seca por hectárea, explotando las ventajas y bondades que ofrecen tanto las gramíneas como las leguminosas. Éstas constituyen una de las fuentes de alimentación más económica para los rumiantes, por esto es fundamental potenciar su productividad y la eficiencia con que el forraje producido es cosechado por los animales y transformado en producto final.

Para incrementar tanto la producción primaria (forraje), como la secundaria (producto animal) es necesario plantear alternativas de manejo, dentro de ellas el control del pastoreo aparece como una de las más manejables. Es así que el ajuste de la dotación ha sido reconocido que tiene gran influencia tanto sobre la producción y utilización del forraje, la vida productiva de la pastura y la ganancia animal individual y por unidad de superficie.

Este trabajo tiene el fin de evaluar una mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* en su verano de segundo y otoño de tercer año, en función de tres dotaciones animales. Para ello se plantearon los siguientes objetivos:

- estudiar la respuesta en producción de materia seca
- estudiar la respuesta en porcentaje de utilización
- conocer la evolución de la composición botánica
- determinar la producción animal
- establecer el balance más adecuado entre producción de forraje y producción animal

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA

2.1.1. Festuca arundinacea

Es una gramínea perenne, invernada de hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso. Es adaptable a un amplio rango de suelos, prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2002).

La festuca se mantiene verde todo el año siempre que disponga de suficiente humedad, ya que en verano la falta de agua limita su crecimiento más que las temperaturas elevadas. No obstante, es de destacar que su sistema radicular fibroso, profundo y muy extendido le permite obtener agua de los horizontes profundos. Se debe tener en cuenta que un manejo de pastoreo intenso y abusivo en verano puede afectar desfavorablemente los rebrotes de otoño, atributo muy valioso de esta especie considerada gramínea perenne precoz (Carámbula, 2002).

Es una especie de buena precocidad otoñal, rápido rebrote de fines de invierno y una floración temprana (setiembre-octubre). En uso exclusivo de pastoreo se recomienda no permitir el encañado, ya que detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, proceso que debilita a la planta (García, 2003).

El lento establecimiento de la festuca la hace vulnerable a la competencia con otras especies. Como consecuencia la producción en el primer año es baja, pero si se maneja en forma adecuada, la festuca puede persistir muchos años (Langer, 1981).

Para que ofrezca un forraje tierno y nutritivo tendrá que utilizarse el pastoreo rotativo, entrando a pastorear con alturas de 15 cm aproximadamente. Con este manejo de defoliación se tratará de que no se formen maciegas, lo cual junto a un buen aporte de nitrógeno, biológico o químico, favorecerán rendimientos altos por muchos años (Carámbula, 2002).

La variedad utilizada en el experimento es Tacuabé, que es una sintética creada en INIA La Estanzuela para mejorar tres deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, el material hasta ese entonces más usado comercialmente en el país. Tacuabé es una variedad que no presenta semi-latencia estival, y de acuerdo con García y Millot (1977), García et al. (1991) los tres objetivos de mejoramiento perseguidos con relación a Kentucky 31 consistieron en: aumentar el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia con respecto a trébol blanco. La producción otoñal cuando la mezcla fue integrada por Tacuabé superó en un 62% a la obtenida con Kentucky 31, en tanto la producción de forraje aportado por la festuca dentro de la mezcla fue un 99% superior (Formoso, 2010).

Durante el verano mantiene tasas de crecimiento entre 10-20 kg/ha/día MS, aumenta un poco en otoño para luego volver a descender hacia el invierno (García, 2003).

Según la evaluación INIA-INASE en el período 2010-2012 la producción del cultivar Tacuabé para el primer año fue 3813 kg MS/ha, el segundo 6504 kg MS/ha y el tercer año 8630 kg MS/ha.

2.1.2. *Trifolium repens*

El trébol blanco es una de las más importantes leguminosas forrajeras de clima templado. Es una especie de alto valor nutritivo y que por su hábito postrado está muy bien adaptado al pastoreo (García, 1995). Tiene hábito de vida perenne aunque puede

comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del verano. Su ciclo productivo es invernal y hábito de crecimiento estolonífero. Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos. No tolera suelos superficiales. Requiere y responde a niveles crecientes de fósforo (Carámbula, 2002).

Existen tres grupos principales de variedades de trébol blanco:

- Tipos “salvajes” de hojas pequeñas.

Estos son muy rastreros con hojas, estolones y flores pequeñas y poseen un rendimiento relativamente bajo.

- Tipos de hojas de tamaño intermedio.

- Tipos de hojas grandes.

Este grupo está principalmente constituido por las formas de trébol ladino provenientes del Mediterráneo. Es más erecto, posee hojas y estolones de mayor tamaño y es muy productivo en condiciones de humedad abundante, pero solo cuando el pastoreo no es intenso y continuo (Langer, 1981).

La gran adaptación del trébol blanco al manejo intensivo y los altos rendimientos de materia seca que produce se debe a que posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior (Carámbula, 2002).

Entre los caracteres que hacen del trébol blanco una de las especies más importantes para utilizar en las pasturas, lo son su elevado valor nutritivo y su habilidad para fijar cantidades muy apreciables de nitrógeno. Sin embargo, los riesgos por meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados (Carámbula, 2002).

En el ensayo se utilizó el cultivar Estanzuela Zapicán que tuvo su origen en clones de trébol blanco selección Santa Fe. Este cultivar original, introducido hace varias décadas al país desde la provincia Argentina de Santa Fe, ha sido multiplicado en la zona de influencia de La Estanzuela y parte del litoral sur-oeste. Desde 1965 y hasta la fecha se le conoce con el nombre de Estanzuela Zapicán y ha sido incluido en el registro de forrajeras certificadas que realiza el servicio de semillas de La Estanzuela (Pristch, 1976). Este cultivar de tipo de hoja intermedia presenta una muy buena producción de forraje desde otoño hasta mediados de la primavera con un importante aporte en el invierno, además de presentar una muy buena sanidad (Díaz, 1995).

Según la evaluación de cultivares realizada por INIA-INASE para los años 2011 y 2012 en lo que refiere a producción anual y acumulada de materia seca el cultivar Estanzuela Zapicán se encuentra en el cuarto lugar, con una producción acumulada de 16886 kg MS/ha, siendo para el primer año 6308 kg MS/ha y 10577 kg MS/ha para el segundo año.

2.1.3. *Lotus corniculatus*

Es una especie perenne, estival que presenta hábito de crecimiento erecto a decumbente según cultivares. Ofrece buen potencial de producción primavero-estivo-otoñal con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos (Carámbula, 2002).

Tiene una raíz pivotante muy ramificada, que la convierte en la más tolerante a la sequía de los lotus de especies perennes. El sistema radical no es tan profundo como el de la alfalfa pero si mas que el del trébol rojo. Se adapta a suelos menos ácidos que el lotus pedunculatus y el lotus tenuis y se ha observado que crece mejor donde el pH del suelo varía entre 6,4 y 6,6 (Hughes et al., citados por Langer, 1981). Tiene una tolerancia mucho menor al drenaje pobre y al riego excesivo, pero se adapta a un cierto grado de salinidad. Cuando las temperaturas invernales son bajo cero durante la mayor parte del tiempo, la planta se agota hasta la corona (Peterson et al., citados por Langer, 1981).

En otoño e invierno las tasas medias de producción son sustancialmente inferiores a las de primavera-verano, siendo invierno la estación de menor producción dentro de cada edad del cultivo (Formoso, 1993). Dado el desempeño del *Lotus corniculatus*, es considerado como una buena alternativa estival para ser incluido en una mezcla, por mantener una buena producción en las estaciones mencionadas, así como por mejorar la persistencia de las praderas, evitando la invasión por parte de las malezas (Abud et al., 2011).

Es una especie muy sensible a las prácticas de manejo, ya que presenta como característica fundamental, el alargamiento de los entrenudos formando tallos erectos, lo cual determina que la defoliación retire folíolos, meristemas apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte. De esta forma las hojas más nuevas se encuentran en la parte superior del canopeo, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de baja capacidad fotosintética, siendo el rebrote en gran parte dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

En lo que respecta al tipo de pastoreo, es una especie que se beneficia con pastoreos aliviados, con alturas de 20-25cm antes de ser defoliado, y con remanentes no menores de 7,5cm. A su vez los cultivares erectos deben quedar con más rastrojo que los postrados, debiendo ser los pastoreos rotativos y racionales. La reinstalación de nuevas plantas y rebrotes desde la corona se ve favorecida por un manejo intenso en otoño, que permita la entrada de luz a horizontes más profundos (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Según Berkenkamp et al., Beuselinck, Drake, Gotileb y Doriski, Kainski, Leath et al., Ostazeski, Seaney y Hanson, citados por Altier (1997) la principal causa de pérdidas de plantas en lotus se deben a las enfermedades de corona y raíz.

El cultivar que se utilizó en el experimento fue San Gabriel. En Uruguay se caracteriza por presentar una capacidad continua de producción de forraje durante todo el año (Formoso, 1993).

En lo que refiere a producción anual y acumulada de materia seca, el cultivar San Gabriel según la evaluación de cultivares realizada por INIA-INASE para los años 2011 y 2012 tuvo una producción acumulada de 15032 kg MS/ha, siendo para el primer año 3686 kg MS/ha y para el segundo año 11347 kg MS/ha.

2.2. MEZCLA FORRAJERA

Una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas (Carámbula, 2002).

El objetivo básico es lograr una mayor producción de forraje y de mejor calidad que el tapiz preexistente y también disminuir la estacionalidad de la oferta de alimentos (Rovira, 2008).

Al instalar una pastura el propósito es lograr una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas, para lo cual generalmente se acepta que idealmente debería estar compuesta por 60-70% de las primeras, 20-30% de las segundas y 10% de malezas (Carámbula, 2002).

Actualmente la mayoría de las mezclas consisten en dos gramíneas y dos leguminosas (Harris, citado por Langer, 1981) o una gramínea y una leguminosa permitiendo alcanzar así el potencial de crecimiento individual con mayor facilidad al disminuir la competencia interespecífica y permitiendo un manejo más fácil de la misma (Langer, 1981).

A medida que se aumenta el número de especies en la mezcla, las contribuciones individuales de cada componente disminuyen, sin embargo, las especies deprimidas en uno o dos periodos del año pasan a ser dominantes en otros, donde tienen

ventajas comparativas de crecimiento, estas complementaciones posibilitan aumentar los rendimientos globales de las asociaciones (Formoso, 2010).

Algunas de las razones por las que se justifica el empleo de una mezcla en lugar de un cultivo puro son, mayor y más uniforme distribución estacional de la producción de forraje, menor variabilidad interanual y ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Scheneiter, citado por Albano, 2010).

En términos generales, entre las especies forrajeras que componen la mezcla pueden establecerse dos tipos de relaciones, de competencia que es el fenómeno más frecuente o bien de complementación que es mas esporádica (Scheneiter, citado por Albano, 2010).

Mientras es cierto que cada especie rendirá mas en cultivos puros ya que posibilita aplicar el manejo ideal para cada una de ellas, también es cierto que las mezclas permiten realizar una utilización más eficiente del medio ambiente, y si los ciclos de las especies que constituyen la mezcla son diferentes, la competencia entre ellas será menor (Carámbula, 2002).

Sin embargo se deberá tener en cuenta que al fijar las especies componentes de una mezcla, no solo interesa obtener los rendimientos máximos en cada una de ellas, sino los menores riesgos de enmalezamiento y el mayor valor nutritivo del forraje, mediante una entrega mejor balanceada del mismo. Estos atributos se unen para formar pasturas con persistencia productiva de elevada calidad, objetivo principal en la producción de forraje en todos los establecimientos ganaderos (Carámbula, 2002).

La elaboración de mezclas forrajeras debe adaptarse a los distintos propósitos de cada sistema de producción. Es así que por ejemplo, se debe elegir la gramínea que mejor se adapte a un tipo de pastoreo, un régimen hídrico, competencia frente a malezas, ensilajes, ó henificación (Langer, 1981).

Las gramíneas como columna vertebral de la pastura muestran: a) productividad sostenida por varios años, b) adaptación a gran variedad de suelos, c) facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, d) explotación total del nitrógeno simbiótico, e) estabilidad en la pastura, f) baja sensibilidad al pastoreo y corte, g) baja vulnerabilidad a enfermedades e insectos y h) baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Las leguminosas se presentan como: a) fijadoras de nitrógeno, b) poseedoras de alto valor nutritivo y c) promotoras de pasturas longevas (Carámbula, 1977).

Las mezclas formadas por trébol blanco y lotus como componente leguminosa, son las más comunes en la región, es una mezcla de gran adaptación a distintas condiciones climáticas, a diferentes tipos de suelo y a manejos bastantes indefinidos, mostrando ambas, amplia versatilidad. Además al ser especies de distinto género presentan diferentes susceptibilidades a plagas y enfermedades. Otro aspecto a tener en cuenta es que la presencia de lotus disminuye las probabilidades de ocurrencia de meteorismo (Carámbula, 2002).

Los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que cuando las mismas especies se encuentran en siembras puras, mostrando una mayor apetecibilidad por el forraje y evitándose al mismo tiempo problemas nutricionales y fisiológicos: meteorismo (leguminosas puras) e hipomagnesemia y toxicidad por nitratos (gramíneas puras). No se debe olvidar que un buen porcentaje de leguminosas uniformiza la materia seca digestible a lo largo de un periodo más amplio, estimulando las producciones animales (Herriott, citado por Carámbula, 1977).

2.3. EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1. Introducción

El manejo del pastoreo involucra tanto a las pasturas como a los animales y tiene por finalidad alcanzar los máximos rendimientos de forrajes en cantidad y calidad,

así como la mejor estabilidad y la mayor persistencia de las pasturas, junto al óptimo de producción animal (Carámbula, 2004).

La base del manejo del pastoreo debe ser dirigido a mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo de forraje con el mínimo de pérdidas de recursos naturales, favoreciendo a la vez el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004).

Este objetivo conlleva a la existencia de una gran interacción entre ambos sistemas planta-animal, en una relación que es muy compleja y difícil de explicar en términos prácticos, pero que necesariamente se debe manipular para alcanzar la mayor rentabilidad del sistema de producción en marcha (Carámbula, 2004).

El éxito que se obtenga en cualquier sistema de pastoreo dependerá también de las especies que constituyen la pradera. Ellas condicionan en gran parte el comportamiento de la misma. Las especies sensibles a los pastoreos frecuentes son las más favorecidas por los sistemas de pastoreos racionales. Tal es el caso de alfalfa, trébol rojo y dactylis, mientras que trébol blanco, festuca y falaris toleran mejor el pastoreo continuo (Carámbula, 1977).

2.3.2. Parámetros que definen el pastoreo

Durante el estado vegetativo cada pastoreo o corte que se realice afecta la entrega de forraje de la pastura a través de dos factores que normalmente tienen efectos opuestos: el número de pastoreos o cortes (frecuencia) y el rendimiento de cada uno de ellos (intensidad) (Carámbula, 2004). La frecuencia, duración y severidad de cada pastoreo afecta la cantidad, calidad y persistencia de las especies que componen la pastura (Bignoli y Marsico, 1984).

2.3.2.1. Frecuencia

Es importante conocer la forma de crecer de las especies, el forraje crece en un principio en forma lenta, luego más rápido y la curva de crecimiento tiende a horizontalizarse. Éste es el momento en que debe iniciarse el pastoreo, en este momento el rendimiento de la pastura es marcadamente superior (Bignoli y Marsico, 1984).

Si bien cada especie posee un período de crecimiento limitado, cuanto mayor es la frecuencia de utilización, menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto más baja será la producción de forraje de cada uno de ellos (Carámbula, 2004).

El mayor rendimiento relativo de las pasturas sometidas a períodos de descanso prolongados versus aquellas sometidas a descanso cortos, es que las plantas tienen la oportunidad de reaprovisionar sus reservas en el primero de los casos (Langer, 1981).

El elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será demarcado en teoría por el índice de área foliar (Carámbula, 2004). Pasturas con predominancia de especies más postradas es posible realizar un aprovechamiento más intenso con defoliaciones más frecuentes que en pasturas con predominancia de especies más erectas.

De acuerdo con Hodgson (1990), la altura de la pradera y la densidad del forraje ayudan a determinar la cantidad de forraje que se produce, en tanto que la diversidad de especies determina la calidad de la materia seca disponible. 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.

Es posible que con alturas de alrededor de 15-20 cm se pueda realizar en general un buen aprovechamiento del forraje producido (Zanoniani et al., 2006).

2.3.2.2. Intensidad

Con referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura de rastrojo al retirar los animales, lo que no sólo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. En este sentido la mayor intensidad tiene influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2004).

Cuánto más severa sea la defoliación, menor el rendimiento de la pastura. Ello se debe a que se eliminan hojas en exceso y la recuperación de la pradera se hará en base a las sustancias de reserva de las raíces, las plantas se debilitarán y muchas de ellas morirán (Bignoli y Marsico, 1984).

Como bien se sabe, cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el rastrojo sin que el crecimiento posterior sea afectado desfavorablemente. Así, especies postradas admiten alturas menores de defoliación que las especies erectas, aunque estas últimas puedan adaptar parcialmente su crecimiento hacia arquitecturas más rastreras como respuesta a un manejo intenso (Carámbula, 2004).

Por esta razón, para evitar inconvenientes y como recomendación general, las especies postradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no operarse así, se puede causar daños irreparables (Carámbula 2004, Zanoniani et al. 2006). Las pasturas pastoreadas hasta este nivel tardarían 22 y 15 días respectivamente en el verano, para recuperar un índice de área folia tal que promueva una tasa de crecimiento máxima (Langer, 1981).

Además las diferentes intensidades tienen efecto sobre la calidad del forraje ofrecido a los animales ya que generan cambios en la estructura del mismo. Altas intensidades de pastoreo generan pasturas más tiernas, con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, determinando un mayor aprovechamiento del forraje, en tanto que con bajas intensidades de pastoreo se logran pasturas con tallos más desarrollados con menor proporción de hojas (Zanoniani et al., 2006).

2.3.3. Dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas

El manejo de las pasturas depende de un conocimiento cabal de muchos componentes de un sistema complejo. El más importante de éstos es la planta forrajera, y por ello es necesario conocer su estructura y ciclo vital con un poco de detalle (Langer, 1981).

2.3.3.1. Gramíneas

En virtud de su estructura y hábito de crecimiento, las gramíneas se adaptan muy bien al pastoreo o corte, lo que explica su éxito y amplia distribución como plantas forrajeras. Con respecto a esto la característica morfológica principal es la posición del ápice del tallo, se encuentra próxima a la superficie del suelo, por debajo del nivel alcanzado normalmente por el animal en pastoreo. Así, el proceso de formación de las hojas no se interrumpe y después de cada defoliación aparecen hojas nuevas por encima de los restos de aquellas que fueron cortadas (Langer, 1981).

En las axilas de las hojas se forman yemas que bajo condiciones favorables dan origen a nuevas macollas y cuyos puntos de crecimiento son similares a los que le dieron origen. Éstos, a su vez, desarrollan nuevas hojas en cuyas axilas se forman nuevas macollas. Este comportamiento se repite muchas veces, dando así origen al proceso que se conoce con el nombre de macollaje (Carámbula, 2002).

El macollo individual es el punto de contacto entre las poblaciones de plantas y los animales en pastoreo, se requiere realizar estudios detallados de los mismos sobre la dinámica del crecimiento, el decaimiento por senescencia y el consumo de hojas ya que son objetivos principales en el manejo de las pasturas (Agnusdei et al., 1998).

A partir de la diferenciación del meristema apical del macollo, comienzan a desarrollarse a un lado y otro del tallo, en forma alterna, primordios foliares, que luego se desarrollarán dando lugar a las hojas. Los primordios foliares originalmente son meristemáticos, pero luego la actividad meristemática queda restringida a la base de la lámina, en un meristema llamado intercalar. Esto hace que si una hoja en crecimiento es parcialmente consumida por un animal, la misma puede seguir creciendo, con tal de que el meristema no sea alcanzado (Cangiano, 1997).

El área foliar remanente provee fotosintatos para el mantenimiento de la planta y para el rebrote. Las gramíneas tienden a acumular las sustancias de reserva en la base de las hojas (Davidson y Milthorpe, 1966).

El aumento del crecimiento luego de la defoliación está relacionado con el nivel de reservas y con la superficie foliar remanente. El área foliar remanente está determinado por la intensidad de la defoliación y también por el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 1977). Además tiene mayor importancia en períodos críticos como en verano, dado que la respiración es el proceso predominante por las altas temperaturas y el déficit hídrico (Holmes, citado por Carlevaro y Carrizo, 2004).

2.3.3.2. Leguminosas

En este tipo de plantas, los tallos crecen en función de un meristema apical localizado en la parte terminal de los mismos. Este meristema da origen a hojas alternadas con yemas axilares que eventualmente pueden desarrollarse formando ramificaciones, es decir nuevos tallos de segundo orden. A medida que los tallos crecen, se vuelven leñosos en la base, formando una corona a nivel del suelo. Contrariamente a

lo observado en las leguminosas estoloníferas, en este caso, los entrenudos se alargan elevando el meristema apical (Cangiano, 1997).

La corona es un órgano complejo de gran valor ya que constituye el asiento de los meristemas axilares desde los cuales se desarrollan nuevos tallos (regeneración), particularmente en ciertas épocas del año y luego de defoliaciones (Carámbula, 2002).

Con referencia a las leguminosas de porte rastrero como el trébol blanco, los citados meristemas axilares de la corona producen tallos horizontales rastreros sobre la superficie del suelo (estolones) o debajo de ésta (rizoma) (Carámbula, 2002).

En el caso de las leguminosas de tallos erectos, las yemas o meristemas apicales están siempre por encima de la altura de defoliación, debido a la elongación que rápidamente se produce en los entrenudos de los tallos. El rebrote, luego del corte o pastoreo, se origina en las yemas de la corona o en la parte basal de los tallos que no hayan sido afectados por aquellos. Éstas características morfo-fisiológicas determinan que la defoliación tenga drásticos efectos en el crecimiento, producción y persistencia de este tipo de plantas (Cangiano, 1997).

Para las leguminosas estoloníferas, las yemas o meristemas de crecimiento de este tipo de plantas forrajeras se encuentran siempre próximas al suelo, por debajo del nivel de corte o pastoreo. Por lo tanto, las yemas no son normalmente dañadas por la defoliación y el rebrote es relativamente rápido (Cangiano, 1997).

Las leguminosas necesitan plena luz del día para crecer a una tasa máxima (Blade, citado por Langer, 1981). En una pastura mixta, los tréboles postrados como el trébol blanco están expuestos al sombreado ejercido por las gramíneas asociadas. Como consecuencia de esto, la tasa de crecimiento se reduce y puede acaecer la eliminación del trébol. Aquellas leguminosas con un hábito de crecimiento más erecto están, a causa de esto, menos expuestas a la eliminación por efecto del sombreado. Aún así, estas especies

sólo sobrevivirán a la competencia y sombreado ejercido por las gramíneas si el manejo les permite alcanzar una cierta altura, entre períodos de pastoreo (Langer, 1981).

La importancia sobresaliente de todas las leguminosas en la agricultura reside en su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico a través de su asociación con microorganismos que forman nódulos en sus raíces. En esta relación simbiótica, no sólo se beneficia la leguminosa sino también las gramíneas asociadas. La presencia de la raza adecuada de *Rhizobium*, específica para la especie y variedad de leguminosa sembrada, es esencial para una nodulación efectiva. Si esto no se asegura pueden fijar poco o nada de nitrógeno. El crecimiento continuo de la planta de leguminosa depende de la abundancia de nódulos rosados y saludables (Langer, 1981).

2.3.4. Efecto del pastoreo sobre la pastura

Una pastura es una entidad dinámica sujeta a grandes cambios dependientes de factores internos dado 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).

La morfología de las plantas individuales, a su vez afecta la estructura y funcionamiento de las poblaciones y comunidades, determinando interacciones competitivas entre las especies y entre individuos de una misma especie. El pastoreo altera esas relaciones competitivas al defoliar diferencialmente a las distintas especies, modificando la expresión de los mecanismos de rebrote, a favor de unas y en detrimento de otras. Esto acarrea, a su vez, cambios en la composición botánica que pueden afectar la cantidad, calidad y estacionalidad de la producción de la pastura y, por consiguiente la producción animal (Briske, citado por Cangiano, 1997).

2.3.4.1. Efectos sobre el rebrote

El rebrote depende de la disponibilidad de puntos de crecimiento, de las reservas de carbohidratos del rastrojo y del área foliar remanente del mismo. Si una pastura es defoliada reduciendo el área foliar pero dejando intactos los puntos de crecimiento, el rebrote será lento, ya que el nuevo crecimiento dependerá básicamente del desarrollo de las hojas en formación y del nivel de sustancias de reserva. Pero si es defoliada muy intensamente y son eliminados gran parte de los puntos de crecimiento vegetativos, el rebrote dependerá fundamentalmente de la formación de nuevas macollas; por lo que el atraso en la producción de forraje será máximo. Estas pasturas tendrán una producción escasa y vida muy limitada (Carámbula, 1977).

De acuerdo con Brown y Blaser, citados por Carámbula (2004), al comienzo de un rebrote las sustancias de reserva no se acumularían si las condiciones son favorables para un rápido crecimiento. Pero si por el contrario, el crecimiento disminuye por temperaturas bajas, niveles deficitarios de humedad del suelo o carencia de nitrógeno, la acumulación de sustancias puede ser rápida aún a valores bajos de área foliar. Por eso, se ha sugerido que el crecimiento inicial y los subsiguientes rebrotes de un tapiz son fuertemente influidos por la secuencia y severidad de las defoliaciones a que sea sometida, así como la interacción con otros componentes del sistema, como clima y suelo (Millot et al., 1987).

Las sustancias de reserva, son compuestos elaborados por las plantas a partir de fotosíntesis y se almacenan en raíces, rizomas, estolones y bases de macollos como carbohidratos (Millot et al., 1987). Grant et al., citados por Carámbula (2004), dicen que bajo pastoreo estas reservas disminuyen rápidamente de acuerdo con la intensidad, al movilizarse hacia las partes en crecimiento (desarrollo y crecimiento de nuevas hojas) y como sustrato para respiración.

Además, las vainas foliares de las gramíneas y en cierto grado, los tallos de las leguminosas, pueden actuar en la misma capacidad que las hojas para contribuir en el rebrote si están verdes y son capaces de fotosintetizar (Langer, 1981).

Cabe mencionar que tanto leguminosas como gramíneas postradas interceptan más luz que las gramíneas cespitosas debido a la disposición de sus hojas, en consecuencia las primeras se recuperan más fácilmente. Estas tienen rebrotes muy rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo, en consecuencia su rendimiento de forraje es menor. Por otro lado, las gramíneas erectas presentan mayor producción con manejos aliviados (Carámbula, 2002).

2.3.4.2. Efectos sobre la producción de materia seca

Si a las pasturas se les permite crecer en forma ininterrumpida, el rendimiento de materia seca aumenta hasta un cierto punto con el aumento en la longitud del periodo de crecimiento. Eventualmente, el rendimiento puede no registrar aumentos futuros o puede, en efecto, disminuir (Langer, 1981). El mayor rendimiento total de una pastura se obtiene si se aprovechan al máximo las ventajas que ofrecen las entregas de forraje en la etapa de crecimiento intermedio, para lo cual la pastura debe ser mantenida, como regla general, en el tramo de rebrote rápido (Carámbula, 2004).

Se ha demostrado que pastoreos intensos y frecuentes en forma continuada reduce la producción neta de materia seca. Por un lado la pradera no alcanza a desarrollar la cantidad de hojas necesarias para un crecimiento máximo, ni para acumular un nivel adecuado de reservas de carbohidratos. Por otro lado la cantidad del remanente es insuficiente para sustentar un rebrote vigoroso, lo que puede además comprometer la persistencia de la pradera. Con este manejo, la baja tasa de crecimiento promedio es la que limita la producción neta de la pradera (Harris, citado por Parga y Nolberto, 2006).

La producción de materia seca y biomasa verde se incrementan en forma similar al aumentar la asignación de forraje (Almada et al., 2007), el aumento de la producción hasta el máximo se da en forma decreciente, luego del cual la producción comienza a descender (Agustoni et al., 2008).

Cuando la pastura se encuentra en estado vegetativo y se trabaja con dotaciones bajas con manejo continuo o cuando se permite acumular forraje en forma excesiva bajo un manejo rotativo, es posible observar la pérdida de cantidades importantes de materia seca, especialmente en aquellos períodos de abundancia de forraje. Al respecto Hunt, citado por Carámbula (2004) observó que entre 15 y 40% de la producción de una pastura se pierde precisamente por envejecimiento y descomposición, efecto que estaría dado por modificaciones que se producen tanto en la población de macollas como en la longitud de vida de las hojas.

Algo no menos importante a destacar es que Zanoniani et al. (2006), encontraron que las diferencias en la producción de forraje durante el período otoño-invierno del segundo año fueron determinadas no solo por el manejo sino también por las condiciones climáticas del verano que afectaron a las especies.

2.3.4.3. Efectos sobre la utilización del forraje

Todos los sistemas de pastoreo aplicados buscan como principal objetivo obtener la máxima producción animal a través de la mayor eficiencia de utilización y el menor desperdicio de forraje (Carámbula, 2004).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma. Cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, una mayor proporción de material verde puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la cosechable aumenta. El manejo que se haga de la pastura interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura determinando la fracción cosechable de la misma. Esto es importante para establecer estrategias de pastoreo, considerando el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollo, y teniendo en cuenta el tiempo de descanso óptimo para cada especie en particular (Chapman y Lemaire, 1993).

La presión de pastoreo, es decir la carga animal es la gran responsable de los procesos de utilización de las pasturas, en cambio el método de pastoreo que hace sentir sus efectos sobre la frecuencia de defoliación, tiene menor importancia cualitativa. A las escasas diferencias productivas encontradas al evaluar diferentes métodos debe agregarse que sus efectos en la utilización de las pasturas no están claramente demostrados (Viglizzo, 1981).

Según Agustoni et al. (2008), los animales que pastorearon a altas asignaciones presentan un porcentaje del forraje utilizado menor que aquellos que pastorean a bajas. Es así que Almada et al. (2007), registraron que si bien una disminución en la asignación de forraje favorece la utilización del mismo, se provoca un descenso en la producción de materia seca y se pone en riesgo la persistencia de la pastura. Por el contrario Fulkerson y Slack, citados por Agustoni et al. (2008), afirman que si bien en pastoreos muy aliviados se hace máxima la producción de forraje, una considerable proporción del alimento utilizable por los animales es desperdiciada.

Los valores promedios de utilización que se registran en nuestra región, rondan el 50% (Carámbula, 2004).

2.3.4.4. Efectos sobre la calidad del forraje

Las medidas importantes de calidad de una pastura para los rumiantes son en primer lugar la digestibilidad, y en segundo el contenido de energía bruta de la materia seca (Langer, 1981).

La mayoría de las autoridades consideran actualmente el nivel de digestibilidad (por lo menos, en el rango entre 30 a 70% de digestibilidad) como el principal determinante del consumo de forraje de los rumiantes. Como la variación de la energía bruta del forraje es pequeña, por lo tanto, la digestibilidad es la determinante principal del valor del alimento (consumo de nutrientes) para el animal y de allí de la producción

animal (mantenimiento, ganancia de peso vivo, o rendimiento de leche, etc.) posible con ese alimento (Raymond, citado por Langer, 1981).

Para que una pastura mantenga una alta calidad, el manejo de pastoreo debe favorecer la presencia de porcentajes elevados de hojas verdes a lo largo de todo el año. En este estado de hojidad permitirá alcanzar porcentajes de digestibilidad comprendidos en un rango de 65 a 75%, dado que el alto contenido de hojas está relacionado básicamente con la presencia de poca pared celular (azúcares, proteínas, lípidos y minerales) (Munro y Walters, citados por Carámbula, 2004).

Según determinaron Gervaz e Indarte (1996), el manejo de la frecuencia de pastoreo tuvo un gran impacto en relación a la calidad de la pastura. A medida que los períodos de descanso fueron mayores el contenido de proteína cruda decreció, mientras que el porcentaje de fibra detergente ácido de la pastura fue en aumento. Este comportamiento se produjo en todas las estaciones.

En el forraje de una pastura mixta, el desarrollo de la fibra cruda puede aumentar hasta alcanzar niveles mayores antes de que la digestibilidad disminuya seriamente, pues la mayor digestibilidad de las leguminosas compensa el nivel inferior en las gramíneas (Langer, 1981). Mientras las plantas se encuentran en estado vegetativo, la calidad del forraje es bastante uniforme. En este periodo la digestibilidad de los tallos es bastante similar a la de las hojas pero luego de iniciarse la etapa reproductiva la primera decae progresivamente (Carámbula, 2004). Según Sheath et al., citados por Carámbula (2004), para evitar que se concrete la etapa reproductiva y la calidad de la pastura baje, habrá que recargar las pasturas con clases o categorías de animales apropiadas.

La carga afecta la calidad del forraje, aunque el efecto relativo depende de cada situación en particular. En el corto plazo, la calidad del forraje ofrecido aumenta con la intensidad del pastoreo al disminuir la cantidad de forraje, mientras que en el largo plazo, la calidad dependerá de si se produce o no un reemplazo de las especies sembradas y de la calidad de las mismas. No obstante, en pasturas manejadas con

relativa intensidad al aumentar la carga, la digestibilidad de la ingesta de los animales disminuye, al restringirse las posibilidades de que los animales puedan seleccionar forraje de mejor calidad (Cangiano, 1997).

Además existen variaciones en calidad de la dieta consumida por los animales por la estación del año y el momento del día. De un estudio realizado por Gervaz e Indarte (1996) se desprende que la mejor relación entre proteína cruda y fibra detergente ácida (PC/FDA) se obtuvo en el invierno y la peor fue en el verano. Por otro lado, varios estudios han mostrado variaciones significativamente importantes en la composición química del pasto a lo largo del día (desde al amanecer al atardecer) (Mayland et al., Burns et al., Mayland et al., Gregorini et al., citados por Gregorini, 2007). Estas variaciones están dadas principalmente por pérdida de humedad, aumento en la concentración de azúcares (carbohidratos no estructurales) y reducción en la concentración de fibra.

2.3.4.5. Efectos sobre la composición botánica

Debido a diferencias en la forma de crecimiento, las gramíneas, leguminosas y malezas de las pasturas son, en mayor o menor grado, todas susceptibles a la defoliación y al pisoteo, asociado al pastoreo. La presión de pastoreo determinará si éste tiene efecto sobre cualquier especie en particular (Langer, 1981).

El manejo de una pastura mixta debería apuntar al mantenimiento de cierto equilibrio entre los componentes gramínea y leguminosa, de forma tal que permita la obtención de buenos rendimientos de forraje de calidad, así como la disminución de riesgo de meteorismo y/o desbalances en la dieta (Milot et al., 1987).

La eficiencia de la utilización de la luz, varía entre las distintas especies dependiendo de la arquitectura de la planta, el hábito de crecimiento y de la disposición de sus hojas. A valores iguales de índice de área foliar, las leguminosas interceptan mayores cantidades de luz que las gramíneas. Por lo tanto, en manejo de pastoreos poco

frecuentes, la competencia por luz ejercida por las gramíneas por sobre las leguminosas llega a ser muy importante en primavera, mientras que en invierno esta situación se revierte y la escasez de luz favorece a las leguminosas y se convierte en una limitante muy seria para las gramíneas, todo lo cual, de no considerarse, lleva a cambios importantes en la constitución de la pastura (Carámbula, 2004).

El manejo del pastoreo puede hacer variar la proporción de las distintas forrajeras en la composición botánica, al favorecer especies erectas o postradas según la intensidad en que se realice la defoliación (Harvis y Brougham, citados por Carámbula, 2004).

Cuando para constituir una pastura se combinan especies de diferente grado de apetecibilidad, la selectividad por ellas puede ser muy importante y afectar muy seriamente la composición botánica que se pretenda obtener. Éste comportamiento puede ejercer efectos muy importantes conducentes a la desaparición de las especies más apetecibles de la pastura. En estos casos los animales concentran su actividad sobre las leguminosas y descartan el resto del forraje ofrecido (Carámbula, 2004). Ésta es la situación que resulta del trabajo de Agustoni et al. (2008) donde en la medida que aumentó la asignación de forraje disminuyó la fracción leguminosa y aumentó la gramínea.

Además Agustoni et al. (2008), dicen que en la medida que baja la oferta de forraje aumenta la proporción de suelo desnudo e invasión de malezas, lo que se relaciona al sobrepastoreo sufrido por las plantas sembradas, que afectan su crecimiento incrementando la susceptibilidad de las mismas a la competencia y llevando a la mortandad de muchas plantas, además se le puede sumar el efecto del pisoteo. Por último la menor presencia de restos se da en asignaciones de forraje bajas, ya que en esta condición se ve reducida la posibilidad de selección de la dieta debido a una mayor presión de pastoreo ejercida por parte de los animales (Almada et al., 2007).

2.3.4.6. Efectos sobre la persistencia

Desde el punto de vista agronómico, el concepto de persistencia en las pasturas involucra el criterio de constancia de rendimientos dentro de un equilibrio dinámico de balance entre las especies sembradas (gramíneas y leguminosas) y la vegetación residente (Carámbula, 2004).

La duración de las distintas especies variará de acuerdo a la forma en que se hayan implantado la consociación de especies perennes. Si la instalación ha sido hecha siguiendo todos los pasos necesarios y aplicando las técnicas correspondientes tendremos una pradera perenne que durará varios años y solamente interferirá en su longevidad el manejo que se le dé a la misma. Si en cambio desde la instalación no hemos tomados todas las precauciones, es muy probable que no se tenga nunca una pradera perenne y no pase de ser un mero intento de implantación de la misma (Bignoli y Marsico, 1984).

En Uruguay la evolución productiva de las pasturas sembradas es directamente dependiente de la persistencia de las leguminosas. Estas generalmente tienen su pico de producción en el segundo año y luego decaen, siendo difícil que su vida productiva vaya más allá del tercer o cuarto año (García, 1992). De esta forma a partir del tercer año comienzan a desaparecer las especies sembradas, produciéndose espacios libres en el tapiz que son ocupados por malezas y gramilla (Carámbula, 2004).

Hodgson y Sheath, citados por Carámbula (2004), opinan que la interacción entre la frecuencia e intensidad del pastoreo ejerce una influencia muy importante sobre el porcentaje de sobrevivencia de cada una de las unidades de crecimiento, tanto de macollas y tallos como de estolones y rizomas.

Un efecto importante de la defoliación al disminuir las cantidades de sustancias de reserva, es su influencia en el ritmo de producción de raíces, ya que cuando las plantas son sobre pastoreadas, se produce una reducción considerable en los sistemas

radiculares. Este efecto es muy importante en los periodos normales de sequia o simplemente en años o periodos con bajos regímenes pluviométricos donde la reducción del volumen y vigor del sistema radicular y por consiguiente la disminución de absorción de agua y nutrientes desde los horizontes más profundos del suelo, puede ser critica y condicionar no solo un atraso en el rebrote, sino también la supervivencia de las plantas durante el verano (Troughton, citado por Carámbula, 1977).

2.4. PRODUCCIÓN ANIMAL

2.4.1. Introducción

El animal en pastoreo existe en condiciones muy dinámicas, en las que su comportamiento depende no sólo de las variaciones en sus requerimientos nutricionales sino también de condiciones climáticas y particularmente de la cantidad y calidad del forraje en oferta, que generalmente limitan su potencial genético para la producción (Montossi et al., 1996).

El consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad animal (Hodgson, Poppi et al., citados por Montossi, 1996) y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, citado por Montossi, 1996).

Aparte de las relaciones generales entre las características de las pasturas, componentes del consumo y consumo total, a pastoreo, trabajos realizados por investigadores en condiciones de clima templado y tropical enfatizan en el papel de la profundidad del área de biomasa del perfil de la pastura a ser cosechada (Barthram, Hodgson et al., Hodgson, Griffiths et al., citados por Chacón, 2011), así como también, las características cualitativas (ie; digestibilidad y cantidad de pared celular) y las características cuantitativas y su efecto sobre la tasa de consumo, consumo total y la manipulación del bocado cosechado y estrategia del animal en proceso de ingestión de

la dieta (Newman et al., Ungar, citados por Chacón, 2011), y su relación con la producción animal (Burns y Sollenberger, citados por Chacón, 2011).

2.4.2. Consumo

La respuesta potencial en producción animal del rumiante a pastoreo puede ser estimada si se conoce el consumo/día y la digestibilidad de la materia seca consumida (Burns y Sollenberger, citados por Chacón, 2011).

La cantidad de alimento que un animal puede consumir en forma individual es el factor más importante en determinar la performance animal. La productividad de un animal, dada cierta dieta, depende en más de un 70% (Waldo, citado por Chilibroste, 1998) de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos.

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. En esta curva se puede distinguir una parte ascendente que es donde la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales) limita el consumo por una regulación a través del comportamiento ingestivo y es afectado a través de la selección de la dieta y la estructura de la pastura. En esta parte de la curva el consumo es muy sensible a cambios en la fitomasa, oferta de forraje y altura, de manera que pequeñas variaciones en cualquiera de estas tendrá gran efecto en la producción animal (Cangiano, 1997).

El modelo conceptual simple adoptado por Allden y Whittaker (1970) en el que el consumo de materia seca (gr/día) fue expresado como el producto de tasa de consumo (gr/hora) y el tiempo de pastoreo (horas/día), ha formado la base de gran parte de la investigación llevada a cabo en las últimas décadas. La tasa de consumo a su vez ha sido expresada como el producto del peso de cada bocado individual (gr/bocado) por el número de bocados por hora (bocados/hora) (Chilibroste, 2002). De esta forma el

consumo está determinado por la cantidad de bocados que el animal realiza por día y el tamaño de los bocados (De León, 2007).

El peso de cada bocado a su vez se compone del volumen de forraje cosechado por el animal y la densidad del horizonte de pastoreo. El volumen cosechado en un bocado individual va a ser resultado de la profundidad de pastoreo (plano vertical) y del área que el animal es capaz de cubrir con la lengua (Chilibroste, 1998).

Hodgson (1990) sugiere que el consumo de forraje es afectado por tres grupos de factores:

- los que afectan la digestión del forraje (relativos a la madurez y concentración de nutrientes del forraje consumido)
- los que afectan la ingestión del forraje (relativos a la estructura física y canopia del forraje)
- los que afectan la demanda de nutrientes y capacidad ingestiva y digestiva del animal (relativos a la madurez y estado productivo del animal)

Los animales intentan, a través del ajuste de los componentes del comportamiento animal, lograr un adecuado nivel de consumo cuando enfrentan restricciones asociadas a la estructura y composición de la pastura (Montossi et al., 1996).

También Soca et al. (1998) afirma que el desempeño animal y el comportamiento ingestivo de los animales fue afectado por cambios en las características de la pastura. Pero encontró relaciones entre altura del forraje residual y tasa y tamaño de bocado, que sugieren que los animales modifican su comportamiento ingestivo para mantener el nivel de consumo.

Según Cangiano (1997), el porcentaje de utilización de forraje en un pastoreo rotativo, se relaciona en forma negativa con el consumo por animal. Por lo tanto, así como es deseable que la eficiencia de utilización sea alta, debe cuidarse que ello no implique un consumo por animal tan bajo que afecte en demasía las ganancias individuales.

2.4.3. Relación consumo – disponibilidad

Aldama et al. (2003) indican que un manejo a bajas asignaciones hace que se deba pastorear más abajo en el perfil para alcanzar niveles de consumo similares a los que disponen de alta asignación, aumentando progresivamente las dificultades de prehensión de forraje y reduciéndose progresivamente la tasa de consumo individual de dichos animales. Por lo tanto la disponibilidad de forraje presenta un efecto directo en el consumo, ya que a medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado, pero se obtiene un mayor peso de bocado, lo que permite un mayor consumo (Hodgson, 1990).

Una relación curvilínea ha sido observada entre la altura de la pastura y el peso de bocado, con incrementos decrecientes en peso de bocado a medida que aumenta la altura de la pastura. Esta relación que es funcionalmente estable, está fuertemente influenciada en los valores absolutos por la densidad de la pastura (Laca et al., Mayne et al., citados por Chilbroste, 2002).

De un experimento realizado en el Departamento de Producción Animal de INTA Balcarce (Argentina), surge que el máximo consumo se obtuvo alrededor de los 2500 kg MS/ha, mientras que a disminuciones en la disponibilidad se corresponden disminuciones en el consumo, determinándose para esta curva, que a 1000 kg/ha el animal consumía el 50% de su potencial, pudiéndose agregar que esta disponibilidad le imponía un techo en la ganancia de peso vivo (Chiara y Zarza, citados por Moliterno, 1980).

Ante una disminución de la altura de la pastura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a aumentar (en compensación) hasta un cierto valor crítico, por debajo del cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y el consumo diario (Hodgson, citado por Cangiano, 1997).

En pasturas templadas, los tres componentes de comportamiento animal (consumo/bocado, tasa de bocado y tiempo de pastoreo) son principalmente afectados por la altura de la pastura. A valores de altura inferiores a 6-8cm, el incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocados no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo por bocado resultando en una disminución en el consumo diario de forraje. La reducción del consumo es particularmente seria a altura de pastura inferiores a 3-4 cm (Hodgson, 1990).

En general, existe una relación bien estrecha entre la altura, componente hoja principalmente, selección de la dieta, consumo y la respuesta en ganancia de peso del ganado de carne (Chacón y Stobbs, Stobbs, Chacón et al., Da Silva y Carvalho, citados por Chacón, 2011).

2.4.4. Selección de la dieta

Los animales en pastoreo prefieren ciertos tipos de vegetación más que otros, por lo que las diferentes comunidades dentro de un potrero tienen distinta utilización. Por otra parte, los animales tienden a frecuentar a aquellas donde los pastos poseen mayor calidad y pueden cubrir sus necesidades alimenticias (McNaughton, citado por Berretta, 1996).

El proceso de selección de forraje que el animal ingiere, es en definitiva el que explica las mayores o menores producciones, ya que en la medida que a cada individuo se le permita (de acuerdo a la cantidad de forraje disponible y al número de individuos) poder seleccionar el forraje que consume, éste comerá las partes más digestibles de las

pasturas, fundamentalmente hojas, tanto de gramíneas como leguminosas (Moliterno, 1980).

Al seleccionar éstas partes el animal consume el forraje de mayor contenido de proteína cruda, digestibilidad y palatabilidad dentro del tapiz, observándose en consecuencia un incremento en el consumo a menor presión de pastoreo (Hodgson et al., 1971).

La selección animal depende de las proporciones relativas de cada uno de los componentes de la pastura y de la distribución vertical de los mismos en el perfil. La dieta consumida por los animales contiene principalmente mayor proporción de hojas y material vivo y en menor proporción material muerto. Esto significaría que el valor nutritivo de la dieta sería mayor que el total del forraje disponible (Hodgson, 1990).

Si el forraje presenta poca variabilidad en calidad, el animal selecciona por una mayor cantidad de forraje, teniendo que maximizar la tasa de consumo (Distel et al., citados por Cangiano, 1997).

En pasturas templadas, evidencias experimentales muestran que los animales seleccionan preferentemente leguminosas que gramíneas (Briseño y Wildman, Bootsma et al., Amsotrng et al., citados por Montossi et al., 1996).

Animales sometidos a altas asignaciones tienen posibilidad de seleccionar una dieta de alta calidad consumiendo bajas cantidades de forraje que les permite obtener altas ganancias (Agustoni et al., 2008).

Valores mayores de 2000 kg MS/ha se corresponden con buenas posibilidades de selectividad por el animal y cantidades no limitantes para el consumo, mientras que

disponibilidades menores disminuirían la cantidad y calidad de consumo (Risso y Zarza, 1981).

2.4.5. Calidad de la pastura

El valor nutritivo es función del consumo de nutrientes y de la eficiencia de conversión de los nutrientes ingeridos, en producto animal. A su vez, el consumo de nutrientes es el producto de la cantidad de forraje consumido y la concentración de nutrientes en ese forraje, y la eficiencia de conversión de nutrientes en producto animal comprende las eficiencias en los procesos digestivos y metabólicos (Hodgson, 1990).

A medida que aumenta la asignación de forraje existe un aumento en el producto animal expresado como ganancia diaria de peso individual y se debe a que aumentan las posibilidades de selección de un forraje de mayor valor nutritivo (Almada et al. 2007, Agustoni et al. 2008). Por el contrario los animales a bajas asignaciones se ven limitados en la posibilidad de seleccionar, consumiendo mayor cantidad de forraje de menor calidad, lo que afecta su desempeño individual (Agustoni et al., 2008).

La calidad tiene efecto sobre el consumo, dado que a menor digestibilidad de la dieta, mayor tiempo de retención en el rumen y consecuentemente menor consumo. El efecto es doble: sobre el consumo y sobre la cantidad de energía que consume el animal y en definitiva sobre la respuesta animal (Melo, 2007).

Blaser et al., Tayler, Blaser et al., Nicol, citados por Bianchi (1982) han reportado que una baja altura de rechazo presenta una elevada proporción de material muerto y tallos con alto contenido de carbohidratos estructurales y menor digestibilidad, redundando en una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales en pastoreo.

En un experimento realizado con novillos Hereford durante invierno y primavera pastoreando praderas mezcla de gramíneas y leguminosas, Dumestre y Rodriguez, citados por Fariello et al. (2008), reportan una mejora en el desempeño (kg/animal/día) cuando se realizó cambios más frecuentes de la franja. Esta mejoría se incrementa con la calidad de la pastura. Por otra parte Foglino y Fernández (2009) trabajando con novillos Holando sobre una pastura mezcla de primer año en igual período al anterior, no encontraron diferencias en usar tiempos de ocupación de pastoreo menores a 9 días, con asignaciones de forraje del 6%.

Una consideración adicional, pero no poco importante, es la presencia en el caso de las leguminosas, de contenidos de taninos, alcaloides, sustancias estrogénicas y/o meteorizantes, que son los que pueden provocar trastornos nutricionales y reproductivos en animales en pastoreo (Van Soest, 1994).

2.4.6. Carga animal

La carga animal es la relación entre la cantidad de animales y la superficie ganadera que ocupan en un tiempo determinado (Bavera y Bocco, 2001). Ésta es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia productiva de la pastura sembrada. A nivel predial, el efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo, la cual puede ser manejada a través del balance entre la tasa de crecimiento, muerte y consumo del forraje por parte del animal, y que genéricamente denominamos intensidad de pastoreo (Lemaire, citado por Soca et al., 2005).

Cuando la carga es baja, la producción por animal es alta. Aumentos sucesivos en la carga provocan a partir de determinado momento, disminuciones en la ganancia individual. Esto se debe a que el forraje disponible comienza a limitar el consumo por animal y a incrementar la actividad del pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de cierto rango debido a que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal.

Luego, la producción por hectárea también desciende, a causa del marcado descenso en la producción por animal (Mott 1960, Almada et al. 2007, Agustoni et al. 2008).

Según Cangiano (1997), el efecto de la carga se explica más por una disminución del consumo individual de los animales, que por el efecto depresor que éstos puedan tener sobre el crecimiento de la pastura o sobre el valor nutritivo de la dieta (más tallo y menos hoja). Además Viglizzo (1981) agrega que la mejora de la producción por hectárea debido a aumentos de la carga animal se puede atribuir a una mejor utilización del forraje producido.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES GENERALES DEL EXPERIMENTO

3.1.1. Lugar y período experimental

El trabajo de campo fue realizado en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Paysandú-Uruguay), perteneciente a la Facultad de Agronomía-Universidad de la República. Dicha estación está ubicada en la ruta nacional No. 3, Km 363. El experimento se situó más precisamente en el potrero No. 35 (Latitud 32°22'22.25''S y Longitud 58°03'53.28''O) y dio inicio el 6 de febrero de 2012, extendiéndose el mismo hasta el 10 de mayo de 2012, comprendiendo el período verano-otoño.

3.1.2. Descripción del sitio del experimento

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (escala 1:1.000.000) (Altamirano et al., 1976), el sitio se encuentra sobre la Unidad de suelos San Manuel correspondiente a la Formación Fray Bentos. En esta Unidad los suelos dominantes son Brunosoles Eutricos Típicos superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa. Posee como suelos asociados Brunosoles Eutricos Lúvicos de textura limosa, así como Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

3.1.3. Información meteorológica

Paysandú tiene una distribución de precipitaciones más o menos homogénea a lo largo del año, promediando 1220 mm anuales, que se fraccionan en 28% en verano, 27% en otoño, 18% en invierno y 27% en primavera.

Las temperaturas medias anuales promedian para todo el territorio nacional 17,5°C, siendo específicamente para Paysandú el promedio anual de 17,9°C. El mes más cálido a nivel país es enero con temperaturas promedio que van desde 22°C a 27°C, siendo la temperatura en Paysandú para este mes de 24,8°C. Por otro lado las temperaturas más bajas se registran en el mes de julio, y las mismas oscilan entre 11°C y 14°C (Berreta, citado por Agustoni et al., 2008), mientras que para Paysandú el promedio es 11,8°C.

3.1.4. Antecedentes del área experimental

El ensayo fue realizado sobre una mezcla de *Trifolium repens* cv. Zapican, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, la cual fue sembrada el 30 de mayo de 2010 sobre un rastrojo de soja en el cual se aplicaron, 40 días previos a la siembra de la pastura, 5 l/ha de Glifosato (480 g/l IA). La densidad de siembra en la mezcla fue de 2 kg/ha de *Trifolium repens*, 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* y 15 kg/ha de *Festuca arundinacea*. El método de siembra fue bajo siembra directa para el caso de la gramínea, mientras que las leguminosas fueron sembradas al voleo. Vale mencionar que, en el mes de julio del mismo año, en los tratamientos de baja y media dotación (posteriormente descritos) se sembraron respectivamente *Paspalum dilatatum* y *Paspalum notatum*, ambas especies perennes de ciclo productivo estival, pero debido a que su implantación fue nula, no tuvieron efecto en ese momento sobre la mezcla inicial.

La mezcla se fertilizó a la siembra con 150 kg/ha de 7-40-0. En cuanto a las refertilizaciones, en mayo de 2011 la pastura recibió 100 kg/ha de 18-46-0 con dos agregados posteriores de 70 kg/ha de urea, uno en julio y otro en agosto. Además el control de malezas realizado corresponde a una aplicación de Clorsulfurón a razón de 350 cc/ha en agosto de 2010 para controlar principalmente *Bowlesia incana*, otra de 350 gr/ha de Flumetsulam en mayo de 2011 y por último 1,2 l/ha de 2-4DB en el mismo mes.

3.1.5. Tratamientos

Los tratamientos se diferenciaron en cuanto a dotación animal, siendo los mismos: alta 15 animales/tratamiento (3,3 animales/ha), media 9 animales/tratamiento (2,0 animales/ha) y baja 6 animales/tratamiento (1,3 animales/ha). Para ello se utilizaron novillos raza Holando con edad de 2 a 3 años, los cuales promediaron 460 kg al inicio del período experimental.

Para ello se utilizaron 3 bloques, los cuales se manejaron con pastoreo rotativo durante todo el período experimental, dejando una altura mínima de remanente de 5 cm para el cambio de parcela.

3.1.6. Diseño del experimento

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar generalizado. El área experimental comprendió un total de 13,8 ha, la cual se divide en 3 bloques cuyas medidas son: 8,2 ha (bloque 1), 2,6 ha (bloque 2) y 3 ha (bloque 3).

Como se observa en la siguiente figura, cada bloque se subdividió en 3 parcelas de iguales dimensiones, integrando así un total de 9 parcelas, que se definen como unidad experimental.

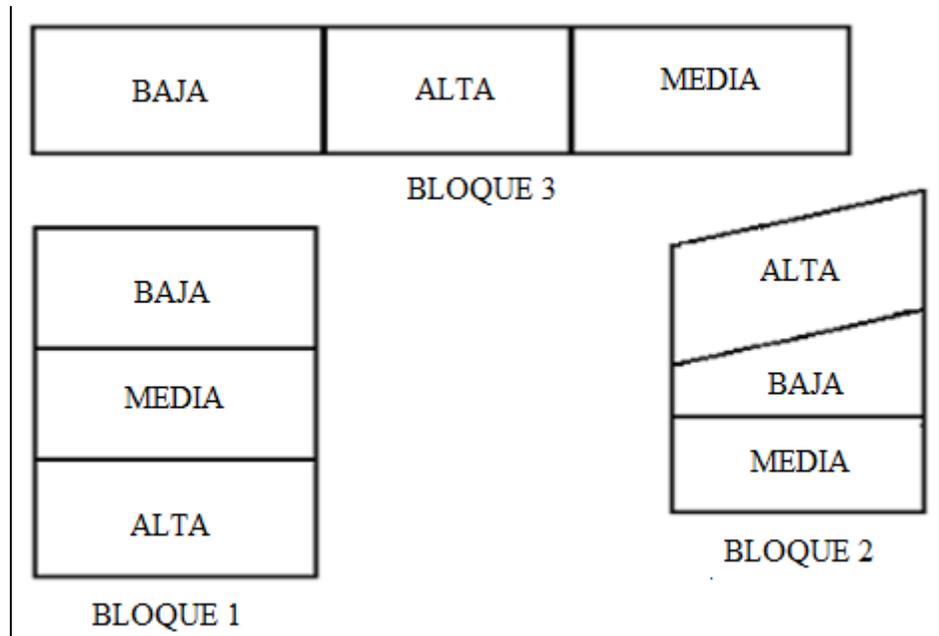


Figura No. 1 – Distribución de las diferentes dotaciones en el área experimental.

De esta manera en cada bloque se conformaron los tres tratamientos antes mencionados, por lo que se realizaron tres repeticiones (una por bloque) de cada tratamiento.

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología se basó en la medición de la respuesta vegetal en cuanto a producción de forraje, composición botánica y suelo desnudo, mientras que la respuesta animal por la evolución del peso vivo, determinado a través de la ganancia individual.

3.2.1. Variables determinadas

3.2.1.1. Disponibilidad y rechazo de materia seca

La disponibilidad de materia seca se define como la cantidad de materia seca presente antes del inicio de cada pastoreo, medida en kg/ha. La misma es consecuencia del forraje acumulado desde el pastoreo anterior y el ajuste por la tasa de crecimiento de los días en los cuales transcurre el pastoreo. Así mismo, para poder comparar los resultados obtenidos en este trabajo con otros autores, se calculó el porcentaje de asignación de forraje. El cual considera la cantidad de materia seca ofrecida al animal por kg de peso vivo por día. Para esto es necesario relacionar la cantidad de materia seca disponible con los kg de peso vivo y los días en pastoreo.

Por otro lado el remanente de materia seca, resulta de la cantidad de materia seca que queda inmediatamente después de efectuado el pastoreo y al igual que la disponibilidad, se mide en kg MS/ha.

Se realizó un doble muestreo (disponible – altura), que consistió antes y después de cada pastoreo en 12 muestreos con un cuadro de 50 cm de largo y 20 cm de ancho, por parcela distribuidas al azar. Dentro del cuadro se realizó un corte del forraje a ras del suelo, con previa medición de altura (3 alturas en diagonal) de la hoja verde más alta que toca la regla.

Posteriormente se determinaron los pesos de la materia seca de las muestras de forraje extraídas en cada uno de los cortes, las cuales estuvieron 48 h en estufa a 60°C, con la finalidad de extraer la humedad presente en el material original.

Con los datos obtenidos se realizó la correlación altura (cm) – disponible (kg MS/ha) llegando a una ecuación con su respectivo coeficiente de determinación y

probabilidad. Posteriormente se recorrió la pastura realizándose 30 determinaciones de altura cuyo promedio fue cargado en la incógnita (x) de la ecuación para obtener la cantidad de forraje. A su vez la biomasa disponible fue posteriormente ajustada por el crecimiento durante el período de pastoreo.

3.2.1.2. Materia seca desaparecida

Se denomina a la cantidad de forraje desaparecido durante el pastoreo, esto incluye consumo animal, senescencia del forraje, pérdidas por pisoteo y zona de deyecciones. Se calculó como la diferencia en kg MS/ha entre el forraje disponible ajustado por los días de crecimiento durante el pastoreo y el forraje remanente, medido al final del pastoreo. Con esto también calculó el porcentaje de forraje desaparecido, siendo el mismo la relación entre el forraje desaparecido y el forraje disponible inicial.

3.2.1.3. Producción de forraje

El forraje producido surge de calcular la diferencia entre la cantidad de materia seca disponible al inicio de un pastoreo y la cantidad de forraje remanente del pastoreo anterior, ajustado por el crecimiento durante el período de pastoreo.

3.2.1.4. Tasa de crecimiento

La tasa de crecimiento (kg MS/ha/día), se calcula como la diferencia en cantidad de materia seca entre dos pastoreos sucesivos dividido el número de días transcurridos entre ambos pastoreos (días de descanso).

3.2.1.5. Composición botánica

Se le denomina al porcentaje que es aportado por las gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos en la biomasa total. La misma fue evaluada mediante el método de botanal (Tothill et al., 1978) registrándose todas las especies presentes, ya fueran sembradas y/o malezas, así como también el porcentaje de restos secos y de suelo desnudo. Estos registros se realizaron tanto para el forraje disponible como para el forraje remanente.

3.2.1.6. Ganancia individual

Refiere a la ganancia de peso vivo de los animales en el período experimental y se expresa en kg/animal/día. Para hallarlo se determina la diferencia de peso vivo promedio de los animales de inicio a fin del experimento y se lo divide entre los días de duración. Se realizaron para ello dos pesadas, una próxima al inicio (23/2/2012) y otra al final del experimento (7/5/2012).

3.2.1.7. Producción de carne

Es la cantidad de peso vivo producido por hectárea mientras dura el experimento y se expresa en kg/ha. Se calcula a través de la diferencia en kilogramos de peso vivo total al inicio y final del período, dividido entre la superficie de pastoreo.

3.3. HIPÓTESIS

3.3.1. Hipótesis biológicas

- ¿Existen diferencias en cuanto a la producción de forraje de acuerdo a la dotación animal utilizada?
- ¿La composición botánica de la pastura varía de acuerdo a la diferente dotación animal utilizada?
- ¿Existen diferencias, según la dotación animal utilizada, en la producción de carne por hectárea así como en la ganancia individual de peso vivo?

3.3.2. Hipótesis estadística

- $H_0: T_1=T_2=T_3=0$

H_a : al menos un efecto del tratamiento es distinto de cero

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para realizar el análisis se utilizó un modelo estadístico de ANOVA en DBCA, con separación de medias según LSD de Fisher, al 10% de significancia. Se utilizó para ello el paquete estadístico de INFOSTAT.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

Cada observación Y_{ij} =

- μ : efecto de la media general
- T_i : efecto del i ésimo tratamiento $i= 1, 2, 3$
- B_j : efecto del j ésimo bloque $j= 1, 2, 3$
- e : error del i ésimo tratamiento en el j ésimo bloque

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DATOS METEREOLÓGICOS

A continuación se muestran los registros de las precipitaciones para el período noviembre 2011 a mayo 2012, contrastando con los datos promedio de la serie histórica.

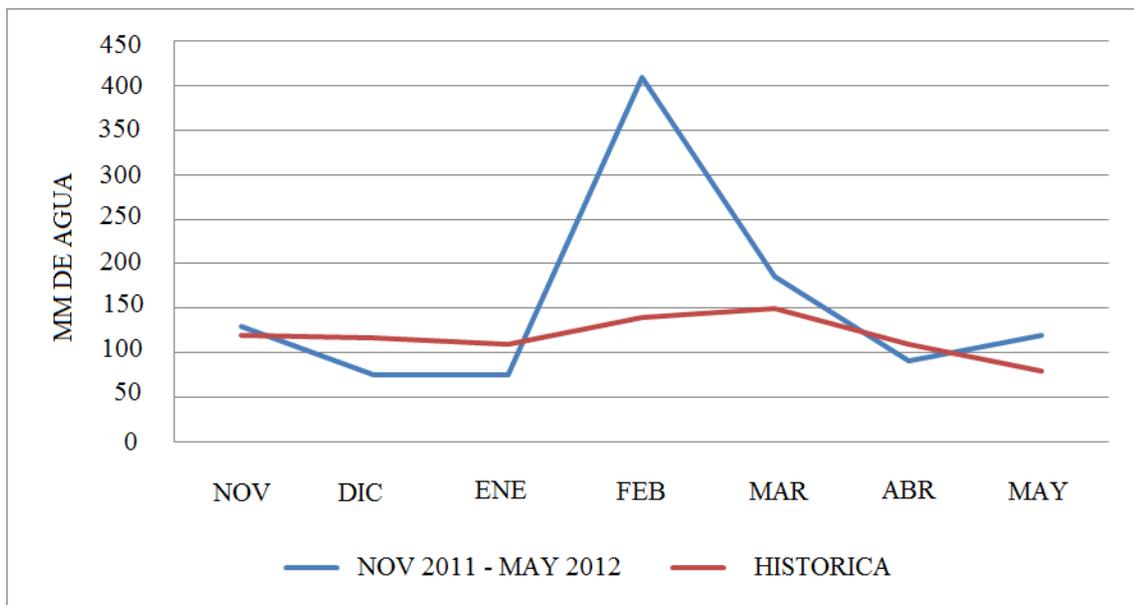


Figura No. 2 – Precipitaciones mensuales de la serie histórica y del período noviembre 2011 a mayo 2012.

Las precipitaciones acumuladas en el período experimental fueron 805 mm, frente a 458 mm para la serie histórica en el mismo período. Las lluvias acumuladas en los 3 meses previos al inicio del experimento fueron inferiores a los de la media histórica ya que en el experimento registraron 278 mm mientras que para el mismo período de la serie histórica fueron 333 mm. Posteriormente en el mes de febrero precipitaron aproximadamente 410 mm, superando al promedio histórico de 131 mm; de esto se

puede inferir que estas precipitaciones en gran medida escurren, atenuando así el efecto positivo de estas lluvias luego de un período de déficit hídrico.

Con la finalidad de mostrar la condición inicial no óptima del suelo desde el punto de vista de disponibilidad hídrica, se procede a realizar un balance hídrico.

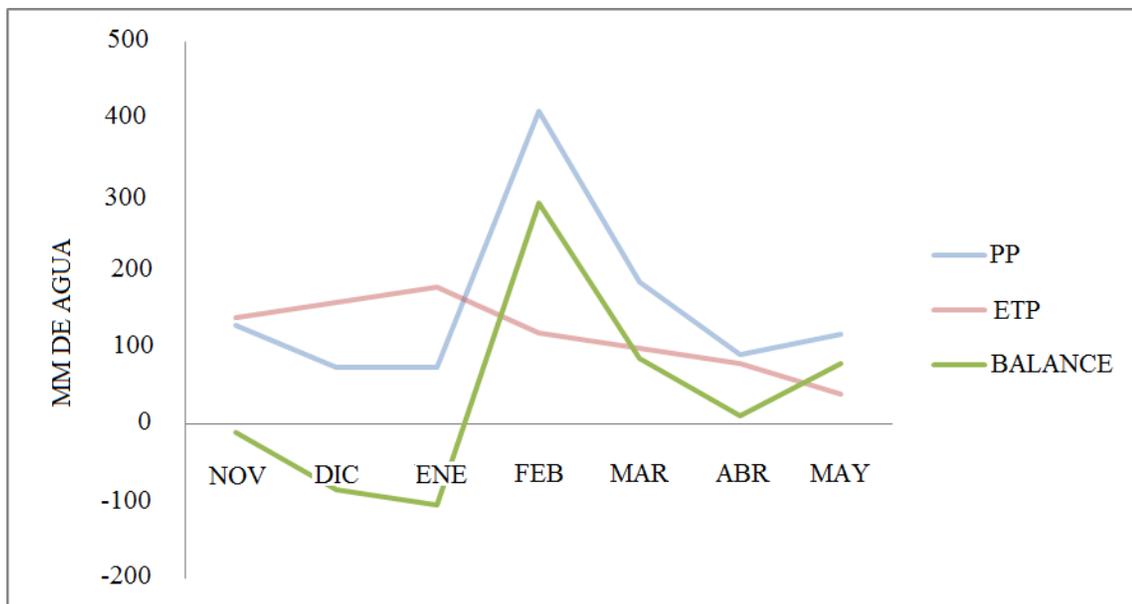


Figura No. 3 – Balance hídrico (PP – ETP) del período noviembre 2011 a mayo 2012. (ETP extraído de INIA)

Se observa que en los meses anteriores al comienzo del experimento se registraron precipitaciones (PP) que no cubrieron la demanda de la evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación (ETP). No se cuenta con la información del agua almacenada en el suelo previamente, pero dada que la diferencia de $PP - ETP$ es de gran magnitud (aproximadamente 200 mm acumulados de noviembre a enero), se deduce que hubo un balance general negativo lo que llevó a condiciones de déficit hídrico. Por otro lado esta condición (de noviembre a enero) pudo haber tenido un efecto positivo sobre la acumulación de nitrógeno en suelo, el cual seguramente con las

posteriores lluvias ocurridas, vio mejorada su utilización principalmente por parte de las gramíneas existentes.

En la siguiente figura se comparan las temperaturas medias registradas durante los meses afectados al período experimental, con las de igual período de la serie histórica. También se presentan las medias mínimas y máximas del período.

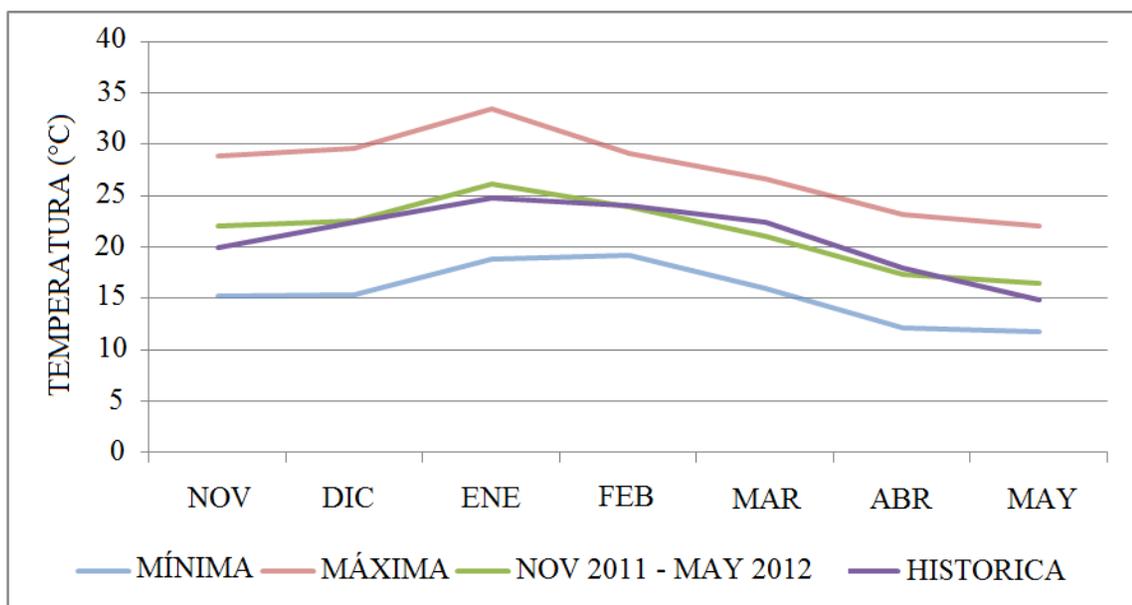


Figura No. 4 – Temperatura media mensual de la serie histórica y del período noviembre 2011 a mayo 2012 con las mínimas y máximas para el período.

Las temperaturas medias son similares, siendo $19,7^{\circ}\text{C}$ para el período del experimento y $19,5^{\circ}\text{C}$ para los mismos meses en la serie histórica, existiendo superioridad térmica en los meses de noviembre y enero puntualmente. Se destaca que en el mes previo al inicio del experimento (enero) existieron 20 días que registraron temperaturas mayores o iguales a los 32°C .

Otra observación, es que desde el mes de noviembre al mes de marzo del período experimental, las temperaturas medias registradas superan el rango óptimo de temperaturas de 15°C a 20°C requerido para el correcto desempeño de las especies sembradas (C3), según lo reportado por Carámbula (2002).

Como resumen, previo al comienzo del experimento las especies presentes en la mezcla enfrentaron estrés hídrico sumado a altas temperaturas. Esto enmarcó una situación desfavorable para la producción de forraje en ese momento. Con las posteriores lluvias registradas en el mes de febrero y el descenso de la temperatura, se revirtió el panorama adverso.

4.2. CANTIDAD DE FORRAJE Y ALTURA

4.2.1. Disponible promedio

A continuación se presentan los datos de disponibilidad (kg MS/ha) y altura de forraje (cm) por tratamiento para el promedio de los dos pastoreos. Además se calculó la asignación de forraje promedio utilizada en cada uno de los tratamientos con el fin de poder comparar este experimento con otros.

Cuadro No. 1 – Disponibilidad en kg MS/ha y altura promedio por tratamiento.

TRATAMIENTO	% A. F.	DISPONIBLE (kg MS/ha)	ALTURA (cm)
ALTA	2,8	1966 A	14,7 A
MEDIA	5,8	2399 B	15,7 AB
BAJA	9,6	2817 C	16,4 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

En el cuadro anterior se observa que los tres tratamientos mostraron diferencias significativas entre sí en lo que refiere a disponibilidad al momento del pastoreo. La disponibilidad fue mayor en la medida en que disminuyó el número de animales por

parcela, producto de que la pastura estuvo sometida a un pastoreo menos intenso por lo que queda más área foliar remanente. Esto significa más área fotosintéticamente activa y más reservas para el mantenimiento de la planta y para el rebrote. Las reservas en las gramíneas se tienden a acumular en la base de las hojas (Davidson y Milthorpe, 1966). En el caso de las leguminosas el rebrote luego del pastoreo, se origina de las reservas de las yemas de la corona o de la parte basal de los tallos que no hayan sido afectados (Cangiano, 1997). En este sentido en la medida que se disminuye la dotación hay una menor intensidad de pastoreo, se le permite a la pastura atravesar un período de descanso suficiente como para recuperar las reservas utilizadas, tendrá un rebrote más rápido y por ende mayor rendimiento de forraje (Langer, 1981). Los resultados de los tratamientos de media y alta son similares a los de Albano et al. (2010), quienes en el mismo período de evaluación con una asignación de forraje promedio de 3,5%, obtuvieron 2099 kg MS/ha, sobre una mezcla de *Agropyron elongatum*, *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*. En cambio el resultado obtenido en el tratamiento de baja es inferior al de Abud et al. (2011), que con asignación de forraje promedio de 9,6% para el primer año de la misma pastura, obtuvieron 4000 kg MS/ha de disponible. Por otra parte Agustoni et al. (2008), en el período invierno-primavera sobre una mezcla de *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* obtuvieron 1540 kg MS/ha con asignación promedio de 5,8 %.

Conocer la altura del forraje nos permitirá en el orden práctico determinar la disponibilidad de forraje en un momento dado y condiciones definidas (García, citado por Albano et al., 2010). Para que esto se cumpla es importante tener una buena correlación entre la altura y la cantidad de materia seca disponible, la cual fue alta para este experimento con un valor promedio de 0,77 ajustándose a una regresión lineal (Apéndice No. 2). En lo que a la altura respecta, existió diferencia significativa entre el tratamiento de alta y baja, hubo una tendencia al aumento de altura en la medida que disminuyó la dotación. En los tratamientos de media y baja dotación se cumplió estrictamente con el criterio de 15-20 cm de entrada en pastoreo rotativo como indica Zanoniani et al. (2006), para un buen aprovechamiento de la pastura. Sin embargo ninguno respetó la altura recomendada de 20-25 cm para favorecer al lotus (única especie estival) según Zanoniani y Ducamp (2004).

Según Risso y Zarza (1981), valores mayores de 2000 kg MS/ha se corresponden con buenas posibilidades de selectividad por el animal y cantidades no limitantes para el consumo, mientras que disponibilidades menores disminuirían la cantidad y calidad de consumo. Por lo que con estos valores de disponibilidad, no existieron limitantes ni de consumo, ni de selección en los tratamientos de media y baja.

Por otra parte, Chiara y Zarza, citados por Moliterno (1980) hacen mención que el máximo consumo se obtiene alrededor de los 2500 kg MS/ha, mientras que a disminuciones en la disponibilidad se corresponden disminuciones en el consumo, determinándose que a 1000 kg MS/ha el animal consumiría el 50% de su potencial, pudiéndose agregar entonces que únicamente en el tratamiento de baja, la disponibilidad habría permitido a los animales llegar a su consumo potencial.

4.2.2. Remanente promedio

A continuación se presentan los datos de remanente (kg MS/ha) y altura de forraje (cm) por tratamiento para el promedio de los pastoreos.

Cuadro No. 2 – Remanente en kg MS/ha y la altura en función del tratamiento.

TRATAMIENTO	% A. F.	REMANENTE (kg MS/ha)	ALTURA (cm)
ALTA	2,8	772 A	8,0 A
MEDIA	5,8	1138 B	8,8 AB
BAJA	9,6	1370 C	9,5 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Se desprende del cuadro anterior que los tratamientos se diferenciaron significativamente respecto a los kilogramos de remanente, aumentando el remanente en la medida que disminuyó la dotación animal. Esto se explica porque a medida que baja la dotación, la oferta de forraje supera en mayor magnitud a la demanda por parte de los animales, con lo cual estos consumen a su voluntad y parte del forraje ofrecido queda

como excedente. Con respecto a la relación entre la altura y el forraje remanente existió una alta correlación ajustándose a una regresión lineal que en promedio fue 0,77 (Anexo No. 2). En lo que a la altura refiere, existió diferencia significativa entre los tratamientos de alta y baja, se observa una tendencia a que aumentó la altura en la medida que disminuyó la dotación. Todos los tratamientos cumplieron estrictamente con el criterio de 7,5 cm como altura mínima de remanente en pastoreo rotativo, como indican Carámbula (2004), Zanoniani et al. (2006), con el fin de no causar daños irreparables. Teniendo en cuenta que además Holmes, citado por Carlevaro y Carrizo (2004) menciona que el área foliar remanente tiene mayor importancia en períodos críticos como en verano (dado que la respiración es el proceso predominante por las altas temperaturas y el déficit hídrico), se concluye por lo anterior que ninguno de los tratamientos puso en riesgo la producción y persistencia de la pastura. El resultado del tratamiento de alta es similar al de Albano et al. (2010), quiénes en el mismo período de evaluación con una asignación de forraje promedio de 3,5%, obtuvieron 794 kg MS/ha de remanente. Además el resultado obtenido en el tratamiento de baja es casi igual al de Abud et al. (2011), que con asignación de forraje promedio de 9,6% obtuvieron 1375 kg MS/ha. Por otra parte Agustoni et al. (2008), en el período invierno-primavera obtuvieron 860 kg MS/ha con asignación promedio de 5,8 %.

4.3. EVOLUCION DISPONIBLE – REMANENTE

Con el fin de no perder de vista el comportamiento de la pasutra frente a las distintas dotaciones y comprender como se llegó a los resultados anteriores de disponible y remanente promedio, en la figura número 5 se presentan la evolución de disponibles y remanentes. Para contextualizar mejor los resultados se menciona que en cuanto al primer pastoreo las fechas de entrada fueron el 6 de febrero, 8 de marzo y 26 de marzo para el bloque uno, bloque tres y bloque dos, respectivamente. Por otro lado las fechas de inicio del segundo pastoreo fueron 6 de abril, 17 de abril y 27 de abril en el bloque uno, bloque tres y bloque dos, respectivamente.

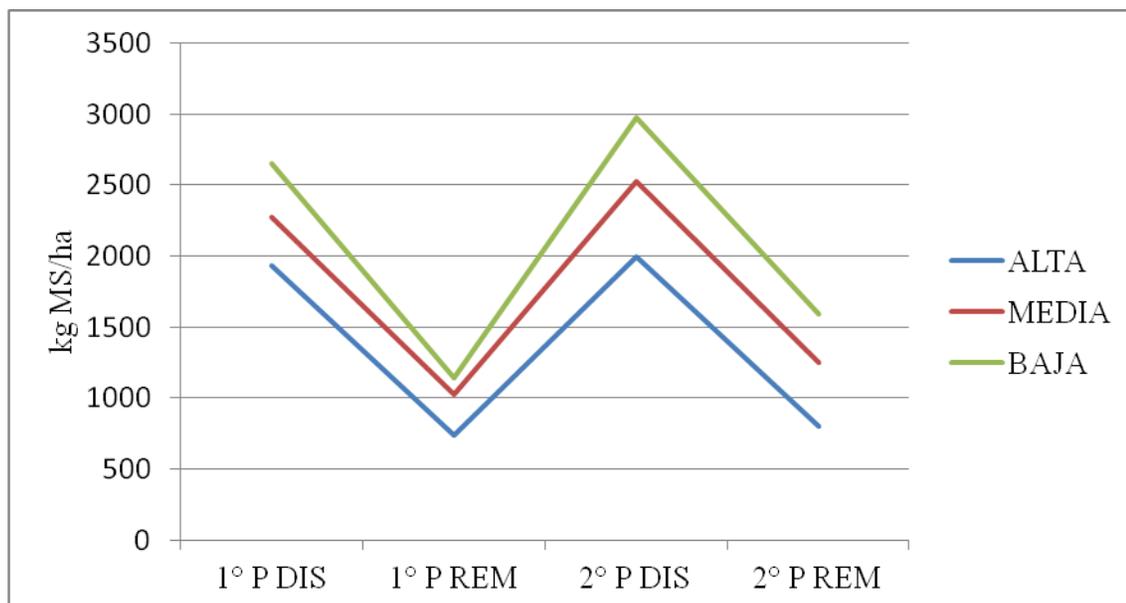


Figura No. 5 – Evolución de disponible y remanente (kg MS/ha) según tratamiento.

El tratamiento de alta dotación fue el que tuvo menores disponibles y remanentes y el de baja mayores disponibles y remanentes, comportándose el tratamiento de dotación media con valores entre los dos anteriores. Los tratamientos en que se observa un aumento en el disponible de un pastoreo al siguiente son en el de media y baja, esto se debió a que la tasa de crecimiento de la pastura superó la capacidad diaria de consumo animal, por lo cual se acumuló forraje de un pastoreo al siguiente. Para poder analizar mejor la evolución que se muestra en la figura, se procede a describir cada uno de los disponibles y remanentes.

4.3.1. Disponible del primer pastoreo

En el siguiente cuadro se presentan los datos de disponibilidad (kg MS/ha) y altura de forraje (cm) por tratamiento para el primer pastoreo.

Cuadro No. 3 – Disponibilidad en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el primer pastoreo.

TRATAMIENTO	DISPONIBLE (kg MS/ha)	ALTURA (cm)
ALTA	1937 A	15,3 A
MEDIA	2275 AB	15,4 A
BAJA	2655 B	15,0 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

En el disponible correspondiente al inicio del experimento (primer ingreso de los animales a las parcelas), se observa que existieron diferencias significativas en los tratamientos de alta y baja dotación. En la medida que aumentó la dotación disminuyó el disponible, lo cual se puede asociar al manejo anterior de las parcelas dado que el experimento ya venía siendo manejado con las mismas cargas en el año anterior. Con respecto a las alturas, no se observaron diferencias significativas, con lo cual se puede deducir que existió una diferencia en la densidad de los tapices vegetales de las diferentes parcelas. Esto puede ser atribuido a las diferencias existentes en la composición botánica como se verá más adelante.

4.3.2. Remanente del primer pastoreo

Los datos de remanente (kg MS/ha) y altura de forraje (cm) por tratamiento para el primer pastoreo se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 4 – Remanente en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el primer pastoreo.

TRATAMIENTO	REMANENTE (kg MS/ha)	ALTURA (cm)
ALTA	740 A	7,1 A
MEDIA	1023 AB	8,8 AB
BAJA	1147 B	9,6 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Luego del primer pastoreo los tratamientos de alta y baja dotación mostraron diferencias significativas tanto para biomasa de forraje aérea como para la altura del remanente. Esto se da primero que nada porque el área foliar remanente está determinado por la intensidad de la defoliación y también por el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 1977), por lo que al aumentar la dotación, existe una mayor demanda por parte de los animales con lo cual aumenta la intensidad de pastoreo y queda menos remanente. A esto se le suma que en el tratamiento de mayor dotación la oferta de forraje inicial era menor, ya que el disponible era menor. Esto coincide con lo obtenido por Agustoni et al. (2008) donde la cantidad de remanente aumentó a medida que el disponible fue mayor. Se debe tener especial cuidado ya que si el remanente es insuficiente para sustentar un rebrote vigoroso puede comprometer la persistencia de la pradera (Harris, citado por Parga y Nolberto, 2006). Si bien se observa que el tratamiento de alta se encuentra cercano al límite de altura remanente recomendada por Carámbula (2004), Zanoniani et al. (2006), no se puede decir que alguno de los tratamientos comprometió la persistencia de la pastura.

4.3.3. Disponible del segundo pastoreo

A continuación se presentan los datos de disponibilidad (kg MS/ha) y altura de forraje (cm) por tratamiento para el segundo pastoreo.

Cuadro No. 5 – Disponibilidad en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el segundo pastoreo.

TRATAMIENTO	DISPONIBLE (kg MS/ha)	ALTURA (cm)
ALTA	1995 A	13,9 A
MEDIA	2523 B	16,0 B
BAJA	2979 C	17,7 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Al momento de ingreso al segundo pastoreo la disponibilidad del tratamiento de dotación alta fue la menor. El crecimiento luego de la defoliación está relacionado con el nivel de reservas y con la superficie foliar remanente (Carámbula, 1977), por lo que en los tratamientos donde hubo menor remanente por una defoliación más intensa, hubo menos disponible. Se ha demostrado que pastoreos intensos y frecuentes en forma continuada reduce la producción neta de materia seca. Por un lado la pradera no alcanza a desarrollar la cantidad de hojas necesarias para un crecimiento máximo, ni para acumular un nivel adecuado de reservas de carbohidratos. Con este manejo, la baja tasa de crecimiento promedio es la que limita la producción neta de la pradera (Harris, citado por Parga y Nolberto, 2006). En el caso del tratamiento de alta dotación la pastura fue pastoreada en forma más intensa reduciendo el área foliar por lo que el rebrote fue más lento, ya que al eliminarse las hojas en desarrollo, el nuevo crecimiento dependerá básicamente del desarrollo de las hojas en formación y del nivel de sustancias de reserva presente en las plantas (Carámbula, 1977).

En cuanto a la altura de entrada al segundo pastoreo existieron diferencias significativas entre el tratamiento de alta y baja dotación, siendo la tendencia que a mayor dotación, menor altura. Con estos valores de altura se favorece a la festuca que para que ofrezca un forraje tierno y nutritivo tendrá que utilizarse el pastoreo rotativo con entrada al pastoreo de alturas no mayores a 10-15 cm (Carámbula, 2002). Ocurre lo mismo con el trébol blanco que por ser una especie de porte rastrero, poseer sus meristemas contra el suelo, tener un índice de área foliar bajo y tener las hojas jóvenes en el estrato inferior, se adapta de buena manera al manejo intenso y se puede tener altos rendimientos de materia seca (Carámbula, 2002). En el caso del lotus no sucede lo mismo ya que no se llegó a la altura recomendada para el pastoreo de 20-25 cm, esto puede acarrear que no se acumulen suficientes reservas en la corona para tener un buen rebrote luego de la defoliación (Zanoniani y Ducamp, 2004).

4.3.4. Remanente del segundo pastoreo

En el siguiente cuadro se presentan los datos de remanente (kg MS/ha) y altura (cm) de forraje por tratamiento para el segundo pastoreo.

Cuadro No. 6 – Remanente en kg MS/ha y altura (cm) por tratamiento en el segundo pastoreo.

TRATAMIENTO	REMANENTE (kg MS/ha)	ALTURA (cm)
ALTA	804 A	7,3 A
MEDIA	1254 B	9,1 AB
BAJA	1594 B	10,6 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Al retirar los animales luego del segundo pastoreo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos de media y baja respecto al de alta en cuanto a kg MS/ha del remanente, y entre el de baja y alta en cuanto a la altura. A medida que se aumenta la dotación animal, se incrementa la intensidad de pastoreo y el remanente obtenido es menor. Esto genera que se deba tener especial cuidado ya que según mencionan Bignoli y Marsico (1984) si se eliminan hojas en exceso (como puede ocurrir en el tratamiento de alta), la recuperación de la pradera se hará en base a las sustancias de reserva de las raíces, las plantas se debilitarán y muchas de ellas pueden llegar a morir.

Como bien se sabe, cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el rastrojo sin que el crecimiento posterior sea afectado desfavorablemente (Carámbula, 2004). Las gramíneas en virtud de su estructura y hábito de crecimiento, se adaptan muy bien al pastoreo, por lo que la festuca no se vería afectada en ninguno de los tratamientos. Las leguminosas necesitan plena luz del día para crecer a una tasa máxima (Blade, citado por Langer, 1981). El trébol blanco por su hábito de crecimiento postrado, está expuesto al sombreado ejercido por la gramínea asociada, como consecuencia de esto, la tasa de crecimiento se reduce y puede acaecer su eliminación (Langer, 1981). Esto pudo ocurrir con los pastoreos mas aliviados como fueron el de media y baja dotación, donde los remanentes pudieron interferir en mayor grado la radiación solar incidente. En cambio aquellas leguminosas con un hábito de crecimiento más erecto como el lotus, están a causa de esto menos expuestas a la eliminación por efecto del sombreado, pero en este caso se trata de una especie muy sensible a las prácticas de manejo. Igualmente no se considera comprometida la persistencia del lotus en ninguno de los tratamientos ya que se respetó la altura mínima remanente recomendada para la especie según Zanoniani y Ducamp (2004).

4.4. PRODUCCIÓN DE FORRAJE

En el siguiente cuadro se presenta la producción de materia seca por hectárea en función de cada tratamiento.

Cuadro No. 7 – Producción de materia seca (kg/ha).

TRATAMIENTO	% A. F.	PRODUCCION (kg MS/ha)
ALTA	2,8	2941 A
MEDIA	5,8	3066 A
BAJA	9,6	4007 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

La producción de materia seca aumentó conforme disminuyó la dotación animal hasta un máximo de alrededor 4000 kg MS/ha cuando la asignación fue 9,6%, observándose diferencias significativas de los tratamientos de alta y media respecto al de baja dotación. Esta diferencia se debe a que el rendimiento de cada pastoreo (intensidad de cosecha), está dado por la altura del remanente al retirar los animales, lo que no sólo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura (Carámbula, 1977). En este sentido la mayor intensidad tiene influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2004), lo que se puede ver en las tasas de crecimiento registradas que fueron 26,3, 29,2 y 36,8 kg MS/ha/día para los tratamientos de alta, media y baja respectivamente.

Los datos concuerdan con los obtenidos por Almada et al. (2007) donde trabajando sobre raigrás, trébol blanco y lotus la producción aumento hasta 8,0% de asignación de forraje en el período estivo-otoñal, luego de ese valor se observó que comienza a decaer la producción. Agustoni et al. (2008) obtuvo un resultado similar para el período invierno-primaveral en donde la producción de materia seca de una pastura de raigrás, trébol blanco y lotus de segundo año aumentó conforme aumentó la asignación de forraje hasta 6,8 %.

Al mismo tiempo el valor promedio de 3338 kg MS/ha de este experimento se aproxima a lo reportado por Santiñaque (1979), Leborgne (2009), ya que el primero obtuvo en el período estivo-otoñal sobre una pradera de segundo año de festuca, trébol blanco, lotus y *Paspalum dilatatum*, una producción de 4,9 tt/ha MS, y el segundo con una mezcla de trébol blanco, lotus y una gramínea perenne de segundo año, logró en el mismo período una producción de 3,1 tt/ha MS.

Finalmente cabe aclarar que la producción de forraje obtenida en este ensayo, incluye lo producido por las malezas, que en este caso se trato principalmente de gramíneas anuales-estivales C4, resultando valores de producción de las especies sembradas de 2138, 2340 y 2796 kg MS/ha para los tratamientos de alta, media y baja dotación respectivamente. Si bien esta producción de forraje está por debajo de los valores mencionados por los anteriores autores, se debe dejar en claro que el periodo evaluado en este trabajo es menor al considerado por Santiñaque (1979), Leborgne (2009).

4.5. FORRAJE DESAPARECIDO (kg MS/ha)

En el siguiente cuadro se presentan los kilogramos de forraje desaparecido (kg MS/ha) por tratamiento con la respectiva asignación calculada.

Cuadro No. 8 – Forraje desaparecido por tratamiento (kg MS/ha).

TRATAMIENTO	% A. F.	DESAPARECIDO (kg MS/ha)
ALTA	2,8	2389
MEDIA	5,8	2522
BAJA	9,6	2892

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

El forraje desaparecido no presentó diferencias significativas para los distintos tratamientos. Esto coincide con los resultados obtenidos por Agustoni et al. (2008) pero no coincide con Almada et al. (2007) donde al aumentar la asignación, aumentó el forraje desaparecido correspondiente.

Por lo tanto en este trabajo lo que pudo haber explicado los resultados obtenidos, fue que: en el tratamiento de alta dotación, se parte de un forraje disponible menor (en relación al de baja dotación) debido a su menor remanente y a su menor crecimiento entre pastoreos, pero ello fue compensado por un mayor porcentaje de utilización. Por otro lado al pastorear a dotación baja, el forraje disponible fue mayor, pero el consumo por hectárea fue limitado por la baja carga y por lo tanto bajó el porcentaje de utilización. Estos factores, afectando de distinta forma, llevaron a que no existieran diferencias significativas entre tratamientos.

En tanto se puede mencionar que generalmente en tratamientos donde la dotación es baja, el forraje desaparecido tiende a parecerse menos al forraje realmente consumido, ya que en estos casos el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, por lo que una mayor proporción de material verde puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la cosechable aumenta, en definitiva puede aumentar el forraje desaparecido aunque no sea consumido (Chapman y Lemaire, 1993).

4.6. PORCENTAJE DESAPARECIDO DEL FORRAJE DISPONIBLE

Se presenta en el siguiente cuadro el porcentaje de utilización en materia seca del forraje disponible por tratamiento con la respectiva asignación calculada.

Cuadro No. 9 – Porcentaje desaparecido del forraje disponible según tratamiento.

TRATAMIENTO	% A. F.	% UTILIZACIÓN
ALTA	2,8	60,3 A
MEDIA	5,8	52,3 B
BAJA	9,6	51,7 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Se observa que hay diferencia significativa entre los tratamientos de baja y media respecto al de alta, existe una tendencia a que en la medida que aumentó la dotación animal, el porcentaje del forraje desaparecido fue mayor. La utilización de la

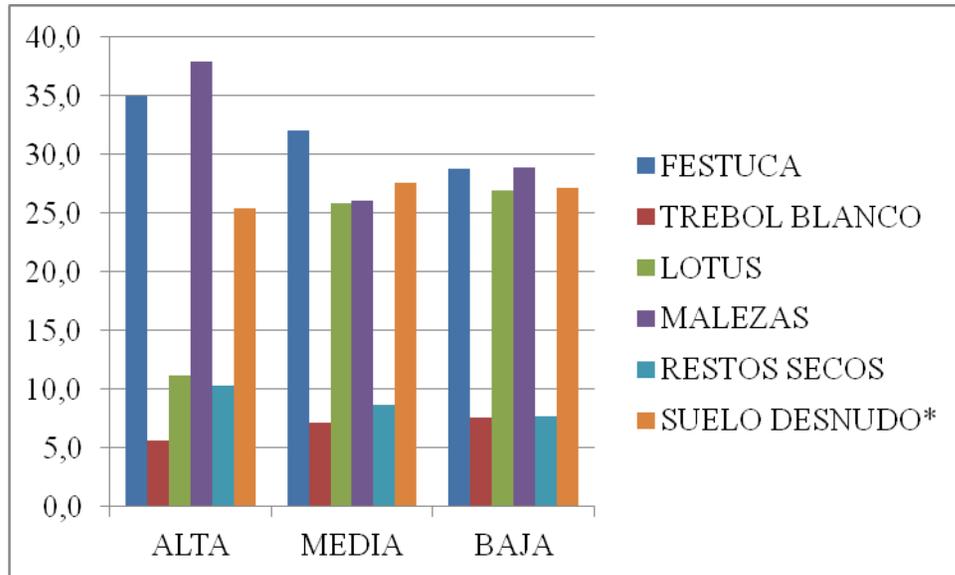
pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma (Chapman y Lemaire, 1993). La presión de pastoreo, es decir la carga animal es la gran responsable de los procesos de utilización de las pasturas (Viglizzo, 1981). Cuando se realizan pastoreos con alta dotación animal se favorece la utilización del forraje ofrecido, pero provoca descensos en la producción debido a una menor área fotosintéticamente activa. Por el contrario, en pastoreos con bajas dotaciones, si bien se hace máxima la producción de forraje, una considerable proporción del alimento utilizable por los animales es desperdiciada (Fulkerson y Slack, citados por Agustoni et al., 2008). El promedio de utilización obtenido en el presente trabajo (55%) fue similar al porcentaje de utilización que menciona Carámbula (2004) de 50% promedio en nuestra región. Albano et al. (2010) con una asignación de forraje promedio de 3,5%, tuvieron un porcentaje de utilización del forraje disponible en torno al 60%, comparable al tratamiento de alta de este experimento. Sin embargo los resultados son inferiores a los obtenidos por Abud et al. (2011) para la misma pastura en el mismo período, donde los porcentajes de utilización fueron 54,6, 73,3 y 67,6%, cuyas asignaciones de forraje fueron 10,5, 8,7 y 9,7% respectivamente.

A medida que aumentó la dotación, aumentó la utilización, pero según Cangiano (1997) esto se relaciona en forma negativa con el consumo por animal. Por un lado entonces se puede mejorar la producción animal por hectárea si aumentamos la carga animal, ya que mejora la utilización del forraje producido Viglizzo (1981), pero en cambio se obtendrían menores ganancias individuales de los animales (Cangiano, 1997).

4.7. COMPOSICIÓN BOTÁNICA

4.7.1. Disponible del primer pastoreo

A continuación se presentan las proporciones en las cuales se encontraban los distintos componentes de la pastura al inicio del experimento.



*Suelo desnudo: no forma parte del 100% de la composición botánica.

Figura No. 6 – Proporción de los distintos componentes de la pastura al inicio del experimento.

Como se observa en la figura anterior, las proporciones de los distintos componentes de la pastura al inicio del experimento son similares para todos los niveles de dotación. Se destaca la importante presencia de malezas, festuca y lotus como principales componentes en el aporte de materia seca. Estos valores se explican porque, para el caso en particular donde existe déficit hídrico, según Fernández (1996), las malezas suelen ejercer importante competencia dadas las características de su sistema radicular, densidad, distribución y principalmente las vinculadas a su velocidad de desarrollo, características que le confieren además mayor competitividad a la hora de obtener nutrientes. También relacionado a lo anterior conviene recordar que las malezas presentes eran principalmente gramíneas anuales-estivales C4. Carámbula (2002), dice que la festuca posee un sistema radicular fibroso, profundo y muy extendido que le permite obtener agua de los horizontes profundos determinando que hayan sobrevivido más plantas al déficit hídrico en comparación al componente leguminosas, fundamentalmente trébol blanco. En tanto, el lotus es de las sembradas la única de ciclo estival (Carámbula, 2002), por lo que se espera mayor crecimiento, además posee una raíz pivotante muy ramificada que lo convierte en más tolerante a la sequía que otras leguminosas (Hughes et al., citados por Langer, 1981). Estas características le habrían

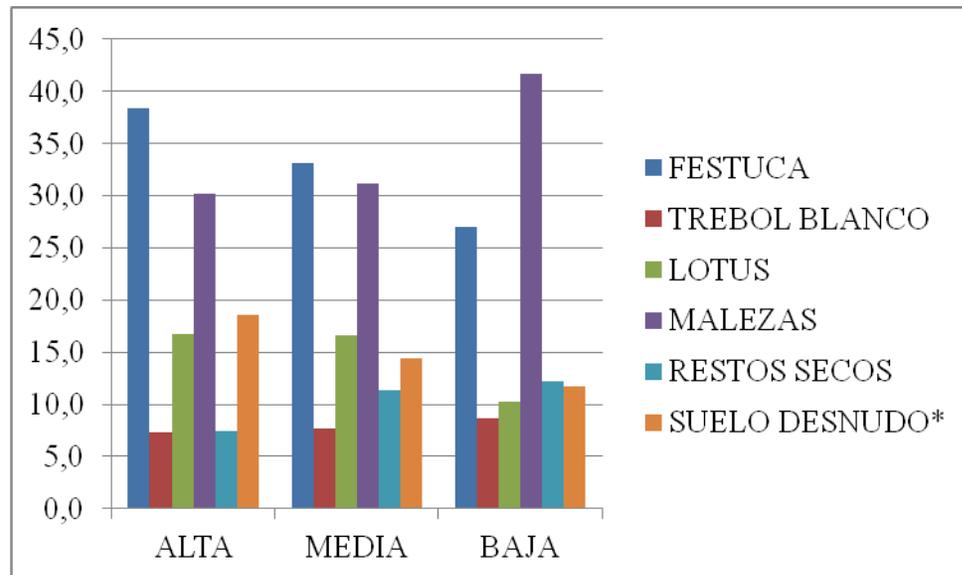
permitido a las especies mencionadas prevalecer en condiciones de déficit hídrico como las registradas previo al experimento.

Con menor aporte y muy similar al de los restos secos, se observa al trébol blanco, se da así porque es una especie que puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del verano. Su ciclo productivo es invernal y se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos (Carámbula, 2002). Además según Langer (1981) en una pastura mixta, como el trébol blanco tiene hábito de crecimiento postrado está expuesto al sombreado ejercido por las gramíneas asociadas. Como consecuencia de esto, la tasa de crecimiento se reduce y puede ocurrir la eliminación del trébol.

A su vez y relacionado con lo antedicho, debe mencionarse que el manejo y las condiciones del año anterior de la pradera, podrían estar influyendo sobre la composición botánica, la persistencia de las especies implantadas, la aparición de nuevas especies y la expansión o reducción de otras.

4.7.2. Remanente del primer pastoreo

Luego del primer pastoreo, los valores registrados de los componentes de la pastura fueron los que se muestran en la siguiente figura.



*Suelo desnudo: no forma parte del 100% de la composición botánica.

Figura No. 7 – Proporción de los distintos componentes de la pastura luego del primer pastoreo.

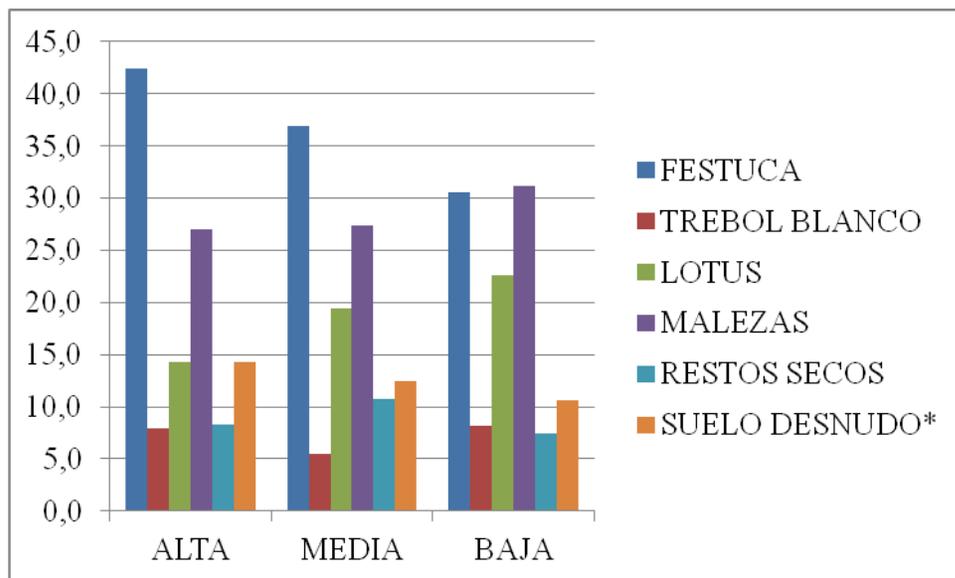
Se observa que en la medida que bajó la dotación animal los componentes sembrados de la pastura disminuyeron proporcionalmente, en contraparte aumentaron las malezas y los restos secos. Esto se debió a que en la medida que disminuimos la intensidad de pastoreo, se le da mayor posibilidad de selección a los animales por lo que ellos respondieron concentrando su consumo sobre la festuca y las leguminosas por ser más apetecibles, al igual que ya mencionara Carámbula (2004). Una mayor intensidad de pastoreo supone una mayor presión de pastoreo sobre todas las especies, ya que todas son en mayor o menor grado susceptibles a la defoliación y al pisoteo, asociado al pastoreo (Langer, 1981), por lo que parte de las malezas debieron ser consumidas en la medida que aumentó la dotación.

En cuanto a los restos secos se observa que en la medida que bajó la dotación animal, los mismos aumentaron. La causa principal es que cuando la pastura se encuentra en estado vegetativo y se trabaja con dotaciones bajas, se permite acumular forraje en forma excesiva y es posible observar pérdidas de cantidades importantes de

materia seca (Carámbula, 2004). En el caso del suelo desnudo, éste aumenta en la medida que aumentó la dotación animal, lo que podría estar explicado por la mayor presión de pastoreo lo que genera una mayor degradación de la pastura. Estos resultados guardan relación con lo obtenido por Agustoni et al. (2008).

4.7.3. Disponible del segundo pastoreo

Al momento de ingreso al segundo pastoreo los valores registrados de los componentes de la pastura son los que se muestran en la siguiente figura.



*Suelo desnudo: no forma parte del 100% de la composición botánica.

Figura No. 8 – Proporción de los distintos componentes de la pastura al ingreso al segundo pastoreo.

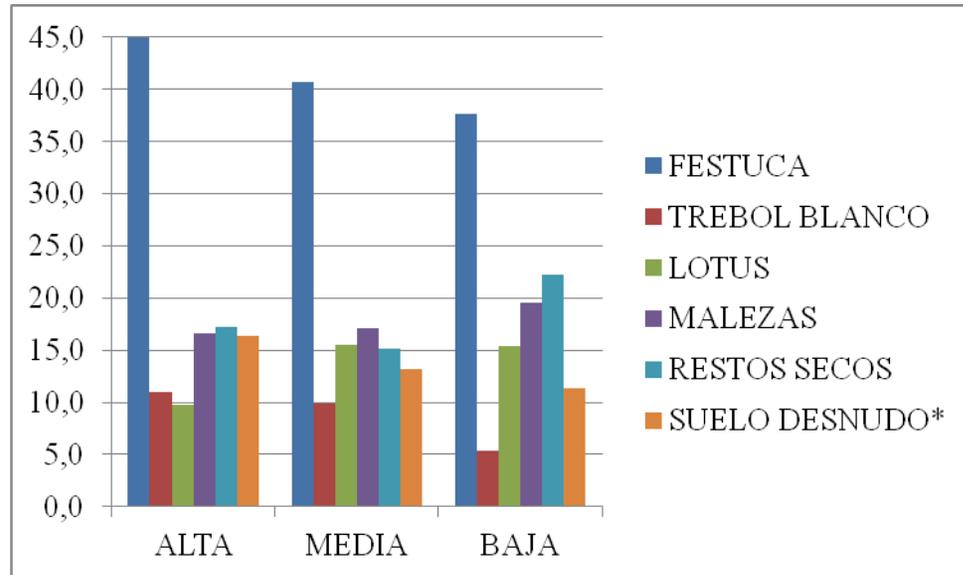
Se observa que para los tres tratamientos hubo aumento en la proporción de la festuca, esto se debe a que es una gramínea invernal (Carámbula, 2002) y de buena precocidad otoñal, por lo que a la fecha comenzó a aumentar su tasa de crecimiento

(García, 2003). Además en la medida que la dotación animal fue mayor, el porcentaje encontrado de festuca fue superior. Es atribuible que al aumentar la intensidad de pastoreo se retira el material que sombrea los estratos inferiores como pueden ser malezas y lotus, favoreciendo a este tipo de especies. En el caso del lotus se observa que en la medida que disminuyó la dotación la proporción fue mayor, lo que confirma lo expresado por Zanoniani y Ducamp (2004), que es una especie muy sensible a las prácticas de manejo ya que dispone de los folíolos más nuevos en la parte superior, por lo que los pastoreos más intensos retiran una mayor proporción de ellos, dejando el rebrote a cuestras principalmente de las reservas. El trébol blanco no tuvo variaciones en ninguno de los tratamientos manteniéndose en baja proporción, esto a pesar de que sería de esperar que pastoreos más intensos lo favorezcan por su hábito de crecimiento (Harvis y Brougham, citados por Carámbula, 2004). Igualmente este comportamiento es esperable, ya que es una especie de ciclo invernal (Carámbula, 2002).

La proporción de malezas comienza a descender en todos los tratamientos y esto porque eran fundamentalmente anuales, estivales, propias del período de evaluación y frecuentes en praderas de este tipo en la zona (especies templadas). Las de mayor incidencia fueron *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa sp.*, *Eragrostis lugens*, *Setaria geniculata*, *Verbena litoralis* y *Portulaca oleracea* entre otras de menor incidencia, con lo cual al alejarse de la estación de verano, va disminuyendo su importancia competitiva por lo que comienzan a perder lugar frente a las especies sembradas. Los restos secos no mostraron variaciones en proporción entre los tratamientos, mientras que el suelo desnudo aumentó a medida que aumentó la dotación animal si bien se mantuvo bajo. Esto último se debe a que al aumentar la intensidad de pastoreo se eliminan hojas en exceso y la recuperación de la pradera se hará en base a las sustancias de reserva, las plantas se debilitarán y muchas de ellas morirán (Bignoli y Marsico, 1984), dejando lugares libres en el suelo.

4.7.4. Remanente del segundo pastoreo

La composición botánica observada luego del segundo pastoreo se observa en la figura continua.



*Suelo desnudo: no forma parte del 100% de la composición botánica.

Figura No. 9 – Proporción de los distintos componentes de la pastura al final del segundo pastoreo.

Luego del segundo pastoreo, se observa que en todos los tratamientos el componente predominante fue la festuca, esto se debe a que como es de ciclo invernal (Carámbula, 2002) debe haber mantenido una tasa de crecimiento tal que la hace dominar sobre las demás especies. Esto concuerda con lo obtenido por Abud et al. (2011) donde hacia el otoño la festuca aumentó su contribución. Además se observa que en la medida que aumentó la dotación animal, la proporción de festuca fue mayor, esto en virtud de que las gramíneas se adaptan muy bien al pastoreo por su estructura y hábito de crecimiento (Langer, 1981).

El trébol blanco también aumentó su proporción levemente en todos los tratamientos, que se dio porque se entra en el ciclo productivo (invernal) y además se utilizó el cultivar Zapicán, que según Díaz (1995) presenta una muy buena producción de forraje desde otoño hasta mediados de la primavera con un importante aporte en invierno. Esto coincide con el trabajo de Abud et al. (2011) donde para el primer año de la misma pastura, en la medida que transcurre la etapa otoñal el trébol blanco gana lugar.

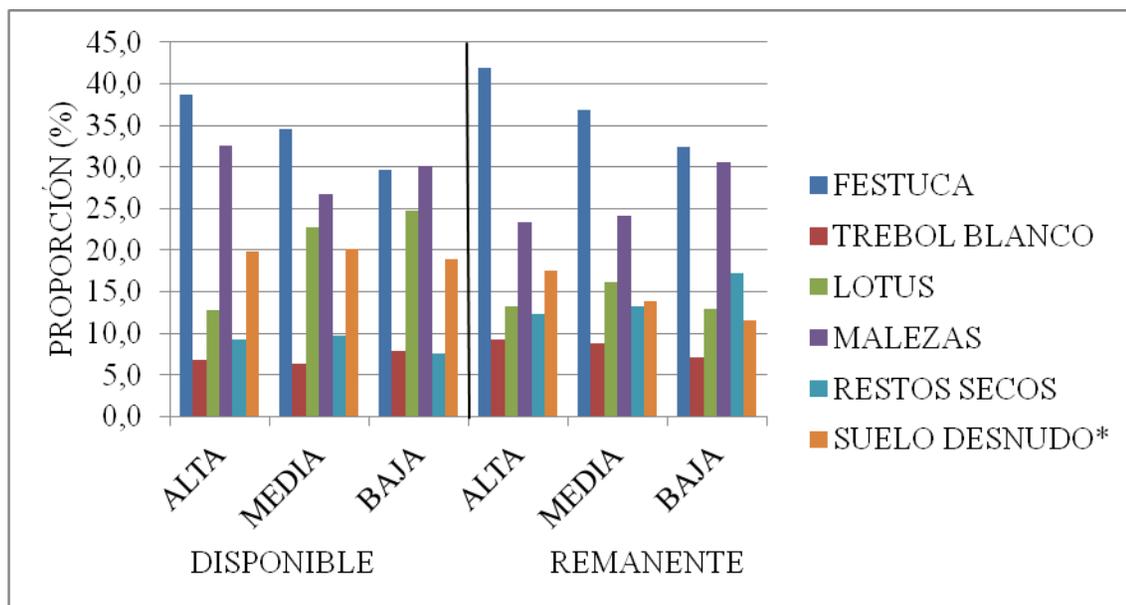
Por ser una especie de alto valor nutritivo (García, 1995), los animales concentran su consumo sobre la misma, lo que hizo que se produjera una caída proporcional en el tratamiento de baja dotación. Sólo se observa este comportamiento en dicho tratamiento ya que es en el que los animales tienen mayor posibilidad de selección.

El lotus bajó su proporción en todos los tratamientos, lo que se debió en parte a que a esa altura del experimento estaba culminando su estación por tratarse de una especie estival (Carámbula, 2002). Luego de iniciarse la etapa reproductiva la digestibilidad decae progresivamente (Carámbula, 2004), esto conlleva a que los animales no lo seleccionen en la medida de sus posibilidades por lo que se explica el aumento de la proporción a medida que disminuyó la dotación.

La proporción de malezas cae en todos los tratamientos por ser ellas de ciclo estival, a su vez se observa que hubo un aumento de los restos secos en la medida que había mayor presencia de malezas. Por ello es que se corresponden los tratamientos de más enmalezamiento (dotación baja) con los de más restos secos. Lo ocurrido en este experimento concuerda con Albano et al. (2010) donde existe una importante presencia de restos secos con baja frecuencia de pastoreo, disminuyendo considerablemente durante los tratamientos a medida que aumenta la frecuencia.

4.7.5. Proporción promedio de los distintos componentes de la pastura

A modo de resumen de la evolución de los distintos componentes de la pastura en el disponible y remanente que se mostraron anteriormente, se presenta a continuación las proporciones promedio obtenidas.



*Suelo desnudo: no forma parte del 100% de la composición botánica.

Figura No. 10 – Proporción promedio de los distintos componentes de la pastura.

La festuca tanto en el disponible como remanente se mostró en mayor proporción en todos los tratamientos y además en la medida que aumentó la dotación, aumentó su proporción. Esto se debió a que por su condición morfológica los puntos de crecimiento escaparon al nivel alcanzado por los animales en pastoreo (Langer, 1981) y que en ninguno de los tratamientos se manejó de forma abusiva al punto de afectar desfavorablemente el rebrote de otoño, atributo muy valioso de esta especie considerada precoz (Carámbula, 2002), por lo tanto sobrellevó mejor el pastoreo. Además se mostró con buen crecimiento ya que el experimento se basó en un mes de verano y dos de otoño sin restricciones desde del el punto de vista hídrico y en estas condiciones es capaz de mantener tasas de crecimiento en verano entre 10-20 kg MS/ha/día, la que aumenta un poco en otoño (García, 2003). El hecho de que baje la proporción en la medida que baja la dotación se debe que aumenta la importancia de otras especies, principalmente el lotus.

El lotus tanto en el disponible como en el remanente se presentó como la segunda especie en importancia de las sembradas, esto relacionado a su ciclo de

producción como se ha mencionado anteriormente y que no se vió afectado con el manejo de ninguno de los tratamientos. En el disponible se ve que aumenta en la medida que baja la dotación ya que es una especie muy sensible a las prácticas de manejo y se beneficia con pastoreos aliviados (Zanoniani y Ducamp, 2004). En el remanente se observan valores similares para los tres tratamientos pero comparado con el disponible bajó la proporción en los tratamientos de media y baja, lo mismo se debe a que en estos los animales consumen preferentemente lotus por mayor capacidad de selección. La otra leguminosa en cuestión es el trébol blanco, que se mantiene siempre a bajos niveles por ser una especie de ciclo invernal.

Las malezas en el disponible se encontraron en mayor proporción en el tratamiento de alta, ya que como se venía de un experimento con iguales tratamientos, la mayor intensidad de pastoreo seguramente dejó espacios libres que fueron invadidos por malezas estivales, sumado a las condiciones de déficit hídrico de los meses anteriores al inicio del experimento donde las malezas tienen más capacidad competitiva como se explicó anteriormente según Fernández (1996). Después de los pastoreos en el remanente se observó que en el tratamiento de baja dotación existió mayor proporción de malezas, ya que allí tienen más posibilidad de selección y por ser menos apetecibles (principalmente en estado reproductivo) las consumen menos.

Los restos secos en el disponible son similares en todos los tratamientos y proporcionalmente más bajos que en el remanente debido a que en la biomasa total tienen menor importancia, al ser consumidas las demás fracciones en el remanente ganan importancia y se observa que aumentan en la medida que bajamos la dotación ya que muchas malezas por ser estivales culminan su ciclo y pasan a conformar los restos secos.

Por último, el suelo desnudo en el disponible es alto ya que en el primer pastoreo se parte de esa situación, por la condición de déficit hídrico mencionada donde seguramente existió muerte de plantas que dejaron espacios libres. Con el transcurso del tiempo fue disminuyendo hasta llegar a lo que se observa en el remanente, con una relación que a menor dotación menor porcentaje de suelo desnudo por la menor intensidad de pastoreo.

4.7.6. Disponible y remanente promedio (kg MS/ha)

Se observan en la siguiente figura los kg MS/ha del disponible y del remanente promedio de los diferentes componentes de la pastura para los tres tratamientos.

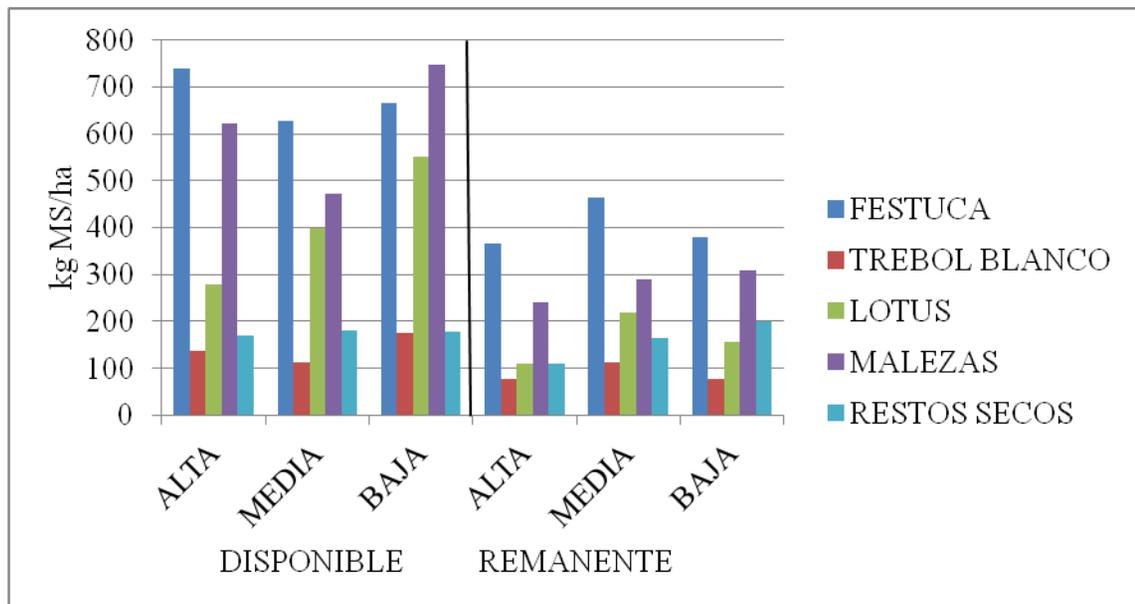


Figura No. 11 – Disponible y remanente promedio (kg MS/ha) de los componentes de la pastura.

Se observa que en la medida que aumentó la dotación animal hubo mayor consumo de la fracción festuca y malezas. Vale resaltar en este sentido que algunas de las especies consideradas malezas en este experimento, por ejemplo *Digitaria sanguinalis*, son consideradas en su etapa vegetativa como tiernas y por lo tanto apetecidas por el animal en este momento. Lo negativo de que estas especies sean parte de la pastura se relaciona con su ciclo, ya que por un lado en su etapa reproductiva se vuelven duras y son poco apetecidas por el animal, y por otro, una vez culminado su ciclo es poco predecible que especies van a ocupar su lugar, debido a que el mismo puede ser conquistado, por ejemplo, tanto por el Trébol blanco (aspecto positivo), como por malezas poco apetecidas por el animal (aspecto negativo).

Por otra parte en la medida que disminuyó la dotación animal hubo más consumo de lotus y trébol blanco. Esto se dio porque en pasturas templadas los animales seleccionan preferentemente leguminosas que gramíneas (Briseño y Wildman, Bootsma et al., Amsotrng et al., citados por Montossi et al., 1996). Los animales tienden a frecuentar donde los pastos poseen mayor calidad y pueden cubrir sus necesidades alimenticias (McNaughton, citado por Berretta, 1996). Entonces en pasturas manejadas con relativa intensidad al aumentar la carga, se restringe la posibilidad de que los animales puedan seleccionar forraje de mejor calidad (Cangiano, 1997). Por otra parte, animales sometidos a altas asignaciones tienen posibilidad de seleccionar una dieta de alta calidad consumiendo bajas cantidades de forraje (Agustoni et al., 2008).

4.8. PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se presentan las curvas de la tendencia mostrada para producción animal (kg/ha) y la ganancia media diaria (kg/animal) obtenida en el experimento en función de las diferentes cargas utilizadas. Para el cálculo de las cargas se dividió el número de animales entre la superficie de cada tratamiento.

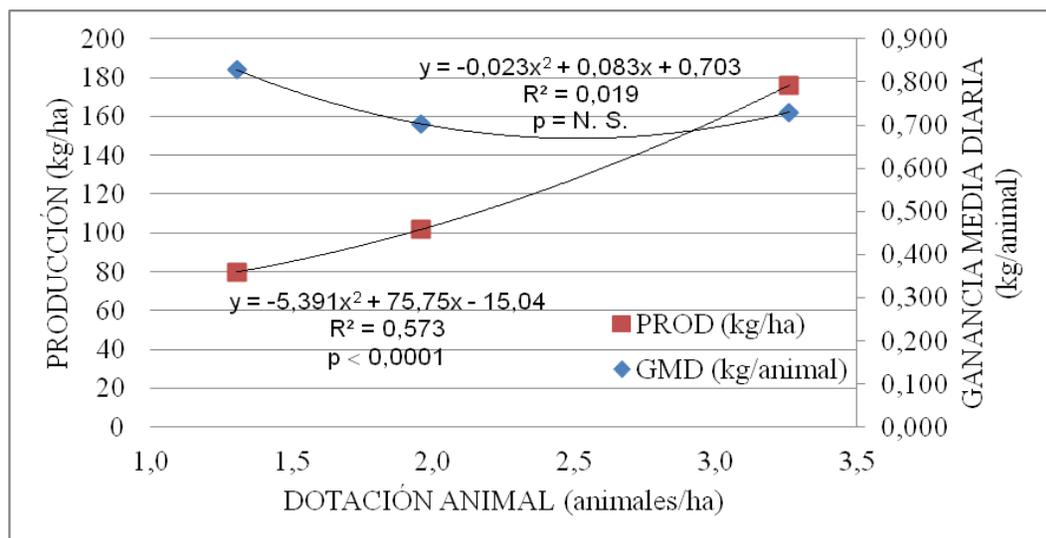


Figura No. 12 – Producción animal (kg/ha) y ganancia media diaria (kg/animal) en función de la carga animal.

En la medida que aumentó la carga, no hubo cambios significativos en el desempeño animal, determinado por la ganancia media diaria (kg/animal) obtenida, esto no concuerda con lo observado por Mott (1960) que dice que cuando la carga es baja, la producción individual animal es alta y que aumentos sucesivos en la carga provocan disminuciones a partir de determinado momento. Esto se debe a que el forraje disponible comienza a limitar el consumo por animal y a incrementar la actividad del pastoreo por unidad de forraje consumido.

Para poder explicar lo ocurrido, en este punto el trabajo se centra en los principales factores que determinan la respuesta en producción animal, consumo y digestibilidad (Burns y Sollenberger, citados por Chacón, 2011). En este caso se podría decir que no existieron diferencias en el consumo por animal entre tratamientos, considerando por un lado el forraje desaparecido y por otro, según Risso y Zarza (1981), que cuando el forraje disponible es igual o mayor a 2000 kg MS/ha el mismo no impondría restricciones al consumo. Por lo tanto para que las ganancias medias diarias no hayan sido diferentes estadísticamente, posiblemente existió diferencia en la digestibilidad de las dietas consumidas en cada uno de los tratamientos (aunque no fue medida en este trabajo). Debido a que en el ensayo con más animales, si bien tuvieron menores posibilidades de selección, la intensidad de pastoreo ejercida, permitió que el forraje se mantuviera más tierno. Esto coincide con lo mencionado por Cangiano (1997), el cual afirma que a mayores intensidades de pastoreo la calidad del forraje aumenta en el corto plazo. Además, como se vio anteriormente, en este tratamiento los animales consumieron más festuca, mientras la misma se encontraba en estado vegetativo, momento en el cual calidad del forraje es bastante uniforme, ya que en este período la digestibilidad de los tallos es bastante similar al de las hojas (Carámbula, 2004). Mientras tanto y relacionado con los conceptos antes citados, en el tratamiento de baja dotación, a pesar de tener mayores posibilidades de selección, los animales estuvieron pastoreando sobre un material más envejecido.

La producción animal (kg/ha) aumenta en la medida que aumenta la carga, debido a que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la ganancia individual (Mott, 1960). Si se relaciona la producción animal con el forraje desaparecido y el forraje producido, surge la siguiente pregunta, ¿cómo es posible obtener más producción con menos pasto? Esto se debe a que no todo lo considerado

desaparecido es realmente consumido, sino que hay una parte del mismo que se pierde en el proceso de pastoreo, siendo mayores estas pérdidas en los tratamientos con menores carga, lo cual es afirmado por Boggiano (2000). En este sentido, Viglizzo (1981) atribuye una mejora de la producción por hectárea debido a una mejor utilización del forraje producido a mayores cargas.

El aumento en producción por hectárea se da hasta cierto nivel de carga, ya que Mott (1960) encontró que la producción por hectárea desciende a partir de un punto en que la producción individual comienza a ser limitante. Esto no ocurrió en el experimento debido a que no se alcanzaron cargas que limiten el consumo individual. Por lo tanto se puede concluir que en este caso, la producción por unidad de superficie estuvo principalmente limitada por el número de animales por hectárea.

A modo de poder comparar este experimento con otros se presenta en el siguiente cuadro la producción animal (kg/ha) y la ganancia media diaria (kg/animal) por tratamiento, con la correspondiente asignación de forraje promedio.

Cuadro No. 10 – Producción animal (kg/ha) y ganancia media diaria (kg/día).

TRATAMIENTO	% A. F.	P. A. (kg/ha)	G. M. D. (kg/animal)
ALTA	2,8	179 A	0,740
MEDIA	5,8	102 B	0,710
BAJA	9,6	80 C	0,830

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,10$).

Abud et al. (2011) para el mismo período de evaluación, obtuvieron 245 kg/ha de producción animal y una ganancia media diaria de 1,305 kg/animal con una asignación de forraje de 9,7%. En contraste, la producción obtenida en este experimento para el tratamiento de baja (9,6% A. F.) que fue de 80 kg/ha y una ganancia media diaria de 0,830 kg/animal. La diferencia en producción animal (kg/ha) se atribuye a que el experimento de Abud et al. (2011) considera 113 días, mientras que este 74 días. Además la categoría animal utilizada por Abud et al. (2011) fue más joven (387 kg) versus los animales de este experimento (459 kg). Esto determina que tengamos una

menor eficiencia de conversión del alimento a kilogramos de peso vivo, explicado por la partición energética que se da en animales de diferentes edades. Animales más jóvenes en relación a otros de mayor edad depositan más cantidad de músculo que grasa y a medida que avanza la edad esto se va revirtiendo. El calor de combustión de las proteínas es 5,6 kcal/g y el de los lípidos 9,3 kcal/g, por lo tanto con la misma cantidad de energía consumida en la dieta se producen más kilogramos de músculo que de grasa. Por otro lado los animales más jóvenes presentan menor costo energético de mantenimiento, por lo que cubren rápidamente esta necesidad y el sobrante es utilizado para aumentar de peso. En cambio en animales más grandes, los requerimientos de energía de mantenimiento son mayores y tienen que utilizar una mayor proporción de la energía consumida para ello, por lo que tienen menos disponible para ganancia. Por último mencionar que en el experimento de Abud et al. (2011) la producción de forraje en este tratamiento fue de 8600 kg MS/ha, mientras que en este fue de 4000 kg MS/ha, lo que pudo provocar un mayor consumo y/o mayor calidad de la dieta consumida por mayor selección.

La producción animal obtenida por Agustoni et al. (2008) fue de 560 kg/ha de peso vivo y una ganancia media diaria de 1,350 kg/animal manejando una asignación de 4,5%. Foglino y Fernandez (2009) con una oferta de forraje de 6,3% obtuvieron una producción animal de 406 kg/ha con una ganancia media diaria de 2,050 kg/animal. Fariña y Saravia (2010) trabajando con una oferta de forraje promedio de 6,0%, obtuvieron un producción animal promedio de 568 kg/ha y una ganancia media diaria de 2,570 kg/animal. En todos estos casos se supera la producción animal de 102 kg/ha con una ganancia media diaria de 0,710 kg/animal de este experimento para el tratamiento de media (5,8% A. F.). Los experimentos mencionados en este párrafo fueron realizados en el período invierno-primavera, lo que explica gran parte de la superioridad de los resultados, ya que existen variaciones en calidad de la dieta consumida por los animales según la estación del año. De un estudio realizado por Gervaz e Indarte (1996) se desprende que la mejor relación entre proteína cruda y fibra detergente ácida (PC/FDA) se obtuvo en el invierno y la peor fue en el verano. Además se está comparando con trabajos en los que se utilizaron animales de otras razas y categorías, pastoreando sobre mezclas diferentes de pastura.

Mientras para este experimento en el tratamiento de alta (2,8% A. F.) la producción animal fue 179 kg/ha con una ganancia media diaria de 0,740 kg/animal, Agustoni et al. (2008) con una asignación de forraje de 2,0% obtuvo 405 kg/ha y una ganancia media diaria de 0,670 kg/animal. Debemos considerar que en el caso de Agustoni et al. (2008) si bien los animales están a menor asignación, se debe tener en cuenta que los experimentos se realizaron en distintas condiciones, como se detalla en el párrafo anterior.

En todas las referencias mencionadas se ve una mayor ganancia en comparación al experimento realizado, siendo superiores en mayor magnitud en aquellos que el período evaluado fue invierno-primavera. Primero se debe mencionar que en la época estivo-otoñal las especies de ciclo templado (C3) poseen menor calidad. Por otro lado existen peores condiciones a las que se someten a los animales, como ser estrés térmico causado por las altas temperaturas y menor consumo a causa de no disponer de una fuente de agua permanente dado que no existían bebederos en cada parcela y los animales debían retirarse diariamente a beber agua.

En el siguiente cuadro se presentan los valores calculados de la eficiencia de producción de la materia seca producida y desaparecida en kilogramos de peso vivo animal.

Cuadro No. 11 – Eficiencia de conversión de la materia seca producida (P) y desaparecida (D), en peso vivo animal.

TRATAMIENTO	% A. F.	E. C. P. (kg MS/kg PV)	E. C. D. (kg MS/kg PV)
ALTA	2,8	16,4	13,3
MEDIA	5,8	30,1	24,7
BAJA	9,6	50,1	36,2

La eficiencia aumentó en la medida que aumentamos la dotación. Esto se debe a una mejor utilización de la pastura, ya que la dotación animal es la gran responsable de los procesos de utilización de las pasturas como se vio anteriormente. Además la dieta consumida en la medida que aumentó la dotación fue de mejor calidad ya que el manejo

del pastoreo en este tratamiento favoreció la presencia de material verde a lo largo del período de evaluación. Al mismo tiempo los animales manejados a menores dotaciones consumen más energía para cosechar su alimento ya que caminan más en búsqueda de zonas con forraje de mejor calidad.

Abud et al. (2011), lograron valores de eficiencia de producción del forraje producido y desaparecido promedio de 31,3 y 19,2 respectivamente, con una asignación de forraje promedio de 9,6%. Por el valor de la asignación promedio es comparable al dato del tratamiento de baja de este experimento, donde los valores de eficiencia de conversión fueron 50,1 y 36,2. La diferencia estuvo dada principalmente en la cantidad de kilogramos de peso vivo animal producido por hectárea, hecho que ocurrió por los factores ya mencionados.

Fariña y Saravia (2010) en el periodo invierno-primavera con una asignación promedio de 5,9% sobre dos mezclas, una de festuca, agropiro, trébol blanco y otra de raigrás perenne, agropiro, trébol blanco, obtuvieron eficiencias de conversión del forraje producido de 9,6 y 7,8 respectivamente. Para dicho valor de asignación la eficiencia del forraje producido encontrada en este experimento fue de 30,1. La diferencia pudo estar debida principalmente al periodo de evaluación, ya que en invierno la pastura es de mayor calidad y los animales no estuvieron expuestos a condiciones que le puedan producir estrés térmico.

En promedio para este experimento se obtuvo una eficiencia de conversión de 32,2 kg MS producido y 24,7 kg MS desaparecida por kilogramo animal. Esta eficiencia podría haber sido mayor si los animales hubieran estado en mejores condiciones, como pudo haber sido sombra y agua para beber dentro del potrero, más aun si se consideran las temperaturas a las que estuvieron expuestos los animales en este periodo.

5. CONCLUSIONES

La producción y disponibilidad de materia seca fue afectada por las diferentes dotaciones, sin embargo no se reflejó en la ganancia media diaria animal. Por lo tanto se podría decir (aunque no se midió) que la digestibilidad de la dieta consumida, limitó el desempeño animal individual. A menores dotaciones los animales consumieron preferentemente leguminosas que gramíneas. Pero posiblemente esto no aseguró que la dieta consumida fuera de mejor calidad, ya que la menor intensidad de pastoreo pudo no haber mantenido el forraje lo suficientemente tierno, principalmente las gramíneas.

La fracción festuca fue la que se mostró con mejor comportamiento frente a las mayores intensidades de pastoreo. En cambio el lotus se vio favorecido en los manejos más aliviados.

El porcentaje desaparecido del disponible se diferenció según las dotaciones, lo cual repercutió en las eficiencias de producción animal.

La producción animal por unidad de superficie estuvo limitada principalmente por el número de animales, debido a que no se alcanzó un punto tal en que la ganancia media diaria disminuyera.

Finalmente, considerando y respetando todas las condiciones en las que se realizó el presente experimento, se puede concluir que es posible mantener 3,3 animales/ha, con una ganancia media diaria de 0,740 kg/animal y producir hasta un máximo de 179 kg/ha de peso vivo animal, sin comprometer la producción y persistencia de la pastura en el corto plazo.

6. RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay), la que se ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km 363, dando inicio el 2 de febrero de 2012 extendiéndose hasta el 10 de mayo de 2012, comprendiendo el período verano-otoño. Los objetivos fueron evaluar la producción de forraje, la composición botánica y la producción animal sobre una mezcla forrajera de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, bajo diferentes tratamientos. Los tratamientos se diferenciaron en cuanto a dotación animal, siendo las mismas: alta (15 animales), media (9 animales) y baja (6 animales). Para ello se utilizaron novillos raza Holando con edad de 2 a 3 años, los cuales promediaron 460 kg al inicio del período experimental. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos generalizados al azar y el área experimental comprendió un total de 13,8 ha, la cual se divide en tres bloques y cada bloque se subdivide en 3 parcelas de iguales dimensiones, las que se definen como unidad experimental. Los cultivares utilizados fueron: *Festuca arundinacea* cv. Tacuabe, *Trifolium repens* cv. Zapican y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. En la evaluación se observó que hubo efecto de los distintos tratamientos para las diferentes variables determinadas. Los resultados muestran que el forraje producido aumentó en la medida que bajo la dotación animal hasta un máximo de 4007 kg MS/ha, donde se observó más presencia de leguminosas que en los tratamientos de mayor dotación. Además dicho tratamiento experimentó mayor enmalezamiento, mayor presencia de restos secos dejando el suelo menos descubierto. Por lo tanto en la medida que bajó la dotación, los animales tuvieron mayor posibilidad de selección, en este sentido los animales consumen leguminosas preferentemente a las gramíneas pero la dieta ofrecida pudo haber sido de peor calidad ya que la poca intensidad de pastoreo tal vez no mantuvo el forraje tierno. La máxima utilización de la pastura se dio en el tratamiento de alta dotación con un valor cercano al 60,3%, siendo menor en la medida que bajó la dotación. La altura remanente del tratamiento de alta fue en promedio 8 cm, la misma aumentó en la medida que bajó la dotación. Igual tendencia se obtuvo en la altura del disponible, en el cual la altura promedio del tratamiento de alta fue 14,7 cm. La mayor ganancia media diaria lograda fue de 0,830 kg/animal en el tratamiento de baja que no tuvo diferencia significativa con los demás tratamientos. Por consiguiente, en la medida que aumentó el número de animales por unidad de superficie, aumentó la producción animal hasta un máximo de 179 kg/ha, no llegando a un punto en que la producción por hectárea disminuya debido a que no se alcanzó un dotación tal que limite el consumo

individual. La eficiencia de conversión de la materia seca producida y desaparecida, en kilogramos de peso vivo aumentó en la medida que aumentamos la dotación hasta alcanzar valores de 16,4 y 13,3 respectivamente. Estos valores podrían ser mejorados si las condiciones a las que fueron sometidos los animales se optimizan, como ser estrés térmico causado por las altas temperaturas y disponer de una fuente de agua permanente.

Palabras clave: Producción de forraje; Mezcla forrajera; Composición botánica; Producción animal; Dotación animal.

7. SUMMARY

The present work was held in The Experimental Centre “Dr. A. Mario Cassinoni” (Faculty of Agronomy, University of the Republic; Paysandú, Uruguay), located on the national route Number 3, Km 363, beginning the 2nd of February, until the 10th of May, 2012, covering the summer-autumn period. The main objectives of this study were to evaluate the pasture production, the botanical composition and the animal production on a pasture mixture of *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, under different treatments. The treatments differed from the animal provision, these were: high (fifteen animals), medium (nine animals) and low (six animals). In this case, were used Holstein steers aged between two and three years old, which averaged 460 kg at the beginning of the experimental period. The experimental design consisted in randomized complete blocks in an area of 13,8 ha, divided into three blocks, each one subdivided into three plots of equal dimension, defining them as experimental unity. The varieties used to carry out this work were: *Festuca arundinacea* cv. Tacuabe, *Trifolium repens* cv. Zapican y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. In the evaluation, it was found effect of the different treatments, to the different variables determined previously. The results show that the produced forage increased while the animal provision reduced until a maximum of 4007 kg MS/ha, where it was observed more presence of leguminous in the treatment of more provision. Furthermore, this treatment experienced a greater weeds growth, more quantity of dry debris, leaving a less clear soil. As a result of this, while the number of provision was low, the animals had the chance to select what to eat, in this case they consumed more leguminous to grasses, but the offered diet was of poor quality because the low intensity of grazing did not maintain the forage tender. The maximum usage of the pasture occurred in the high provision treatment with a close value to 60,3%, being lower to the extent that the provision fell. The remaining height of the high treatment averaged 8 cm, it increased while at the same time the strength lowered. The same tendency was obtained in the available height, in which the average height of the high treatment was 14,7 cm. The biggest daily profit achieved was 0,830kg/ animal in the low treatment, compared with the others treatments, it had not got a great difference. Therefore, as long as the number of animals per unit area increased, the animal production raised to a maximum of 179 kg / ha, no reaching a point in which the production per hectare decrease because no provision was reached to limit individual consumption. The conversion efficiency of dry matter produced and disappeared in kilograms live weight increased as we intensify the provision until reaching the values of 16.4 and 13.3 respectively. These values could be

improved if the conditions to which the animals underwent are optimized, such as thermal stress caused by high temperatures and have a permanent water source.

Keywords: Forage production; Forage mixture; Botanical composition; Animal production; Animal provision.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD, M. J.; GAUDENTI, C.; ORTICOCHEA, V.; PUIG, V. M. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.106 p.
2. AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; MAZZANTI, A.; LAVREVEUX, M. 1998. Fundamentos para el manejo de pastizales y pasturas cultivadas de la pampa húmeda bonaerense. INTA Balcarce. Boletín Técnico no.147.16 p.
3. AGUSTONI, F.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.165 p.
4. ALBANO, E.; ALVAREZ, G.; NUÑEZ, R. 2010. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad estivo-otoñal de una pradera de primer año con agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía.114 p.
5. ALDAMA LOPEZ de HARO, A. A.; SALLE de LEON, M. J.; VIDART, D. 2003. Asignación de forraje y restricción del tiempo de pastoreo en primavera sobre vacas lecheras en praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 113 p.
6. ALMADA, S.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPITRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y Lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
7. ALTAMIRANO, A.; da SILVA H.; DURAN, A.; PANARIO, U.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, MAP. t.1, 96 p.
8. ALTIER, N. 1997. Enfermedades del Lotus en Uruguay. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 93).
9. BAVERA, G. A.; BOCCO, O. A. 2001. Carga animal. (en línea). In: Cursos de Producción Bovina de Carne (2001, Río Cuarto). Textos. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. 4 p. Consultado feb. 2013. Disponible en

http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/71-carga_animal.pdf

10. BERRETA, E. J. 1996. Campo natural; valor nutritivo y manejo. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113-127 (Serie Técnica no. 80).
11. BIANCHI, J. L. 1982. Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
12. BIGNOLI, D. P.; MARSICO, O. J. V. 1984. Pasturas; implantación, manejo y control de malezas. Buenos Aires, Argentina, Cadia. 134 p.
13. BOGGIANO, P. 2000. Dinámica de produção primaria da pastagem nativa em área de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e asignación de forragem. Porto Alegre, Brasil. Tese (Doutorado) – Programa de pos Graduação em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Río Grande do Sul. Faculdade de Agronomia. pp. 149-155.
14. CANGIANO, C. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. 145 p.
15. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
16. _____. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
17. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
18. CARLEVARO, P.; CARRIZO, J. 2004. Comparación de la producción de mezclas forrajeras bajo manejos de defoliación basados en la cobertura del suelo y altura del tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 165 p.

19. CHACÓN, E. 2011. Comportamiento ingestivo del vacuno a pastoreo. (en línea). Mundo Pecuario. 7(3): 130-144. Consultado feb. 2013. Disponible en <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/33774/1/articulo3.pdf>
20. CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. 1993. Morfogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (12th., 1993, New Zealand). Proceedings. s.n.t. pp. 95-104.
21. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; I Predicción del consumo. In: Jornadas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
22. _____. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. In: Jornadas de Buiatría (32as, 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú. Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 90-96.
23. DAVIDSON, J. L.; MILTHORPE, F. L. 1965. Carbohydrate reserves in the regrowth of cocksfoot (*Dactylis glomerata*). Journal of the British Grassland Society. 20: 15-18.
24. DE LEÓN, M. 2007. Interacciones “pastura-animal”. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Cuadernillo clásico de forrajeras no. 135. 2 p.
25. DIAZ, J. E. 1995. Estudios sobre la producción de forraje estacional y anual de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
26. FARIELLO, S.; PEREZ, M. 2008. Efecto de la frecuencia de cambio de franja e intensidad de pastoreo sobre la performance de novillos Hereford pastoreando praderas permanentes en otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
27. FERNÁNDEZ, G. 1996. Manejo de malezas. In: Curso de Actualización Técnica (2º., 1996, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, s.e. s.p.
28. FORMOSO, F. 1993. Lotus corniculatus. I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Uruguay. La Estanzuela, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).

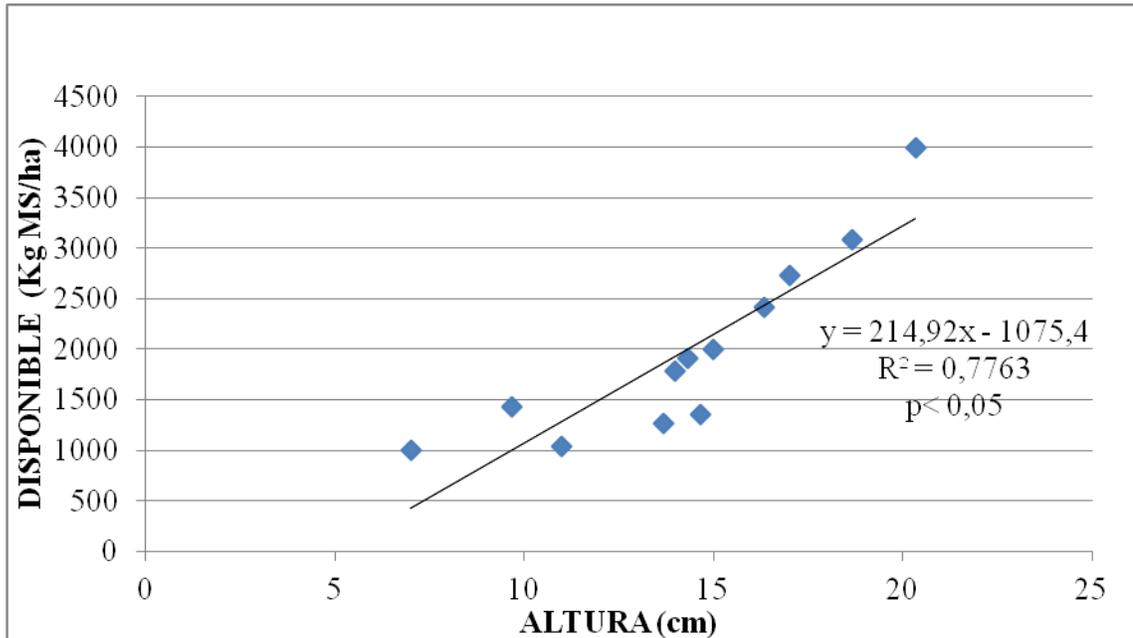
29. _____. 2010. Festuca arundinacea, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
30. GARCÍA, J. A. 1992. Persistencia de leguminosas. Revista INIA. Investigación Agropecuaria. 2(1): 143-156.
31. _____. 1996. Variedades de trébol blanco. Uruguay. La Estanzuela, INIA. 13 p. (Serie Técnica no. 70).
32. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
33. GERVAZ, M.; INDARTE, G. 1996. Efectos de la frecuencia del pastoreo sobre la calidad de la pastura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
34. GREGORINI, P. 2007. Hagamos pastorear a los animales al atardecer. (en línea). Washington, D.C., [U.S. Department of Agriculture](http://www.usda.gov). s.p. Consultado feb. 2013. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/59-pastorear_al_atardecer.pdf
35. HODGSON, J.; TAYLER, J. C.; LONSDALE, C. R. 1971. The relationship between intensity of grazing and the herbage consumption and growth of calves. Grass and Forage Science. 26 (4): 231-238.
36. _____. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
37. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas, establecimiento de la pastura. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.
38. LEBORGNE, R. 2009. Antecedentes técnicos y metodologías para presupuestación en establecimientos lecheros. Montevideo, Hemisferio Sur. 53 p.
39. MELO, O. 2007. Producción bovina en el subtrópico argentino. (en línea). Producir XXI. 16(193): 14-18. Consultado feb. 2013. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_megatermicas/76-produccion_subtropico.pdf

40. MILLOT, J.C.; CARÁMBULA, M.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en aéreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
41. MOLITERNO, E. 1980. Disponibilidad de forraje en pasturas y su relación con la utilización por el animal. Paysandú, Facultad de Agronomía. 13 p.
42. MONTOSSI, F.; RISSO, D. F.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
43. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. *In*: International Grassland Congress (8º, 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Allden. pp. 606-611.
44. PARGA, J.; NOLBERTO T. 2006. Manejo del pastoreo con vacas lecheras en praderas permanentes. (en línea). Remehue, INIA Remehue. 12 p. Consultado feb. 2013. Disponible en http://www.inia.cl/remehue/biblioteca/online/boletin_inia/148/cap6.pdf
45. PRISTCH, O. M. 1976. Evaluación del potencial productivo de semillas de Trébol blanco en el área de la Estanzuela. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. 7: 24-28.
46. RISSO, D. F.; ZARZA, A. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. Miscelánea CIAAB. no. 28: 6-19.
47. ROVIRA, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 336 p.
48. SANTIÑAQUE, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
49. SOCA, P.; RINALDI, C.; ESPASANDIN A. 1998. Presiones de pastoreo, reducción del área pastoreada y comportamiento animal. Montevideo, INIA. 251 p. (Serie Técnica no. 94).
50. TOTHILL, J.; HARGREAVES J.; JONES, R., 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. Tropical Agronomy Technical Memorandum no. 8. s.p.

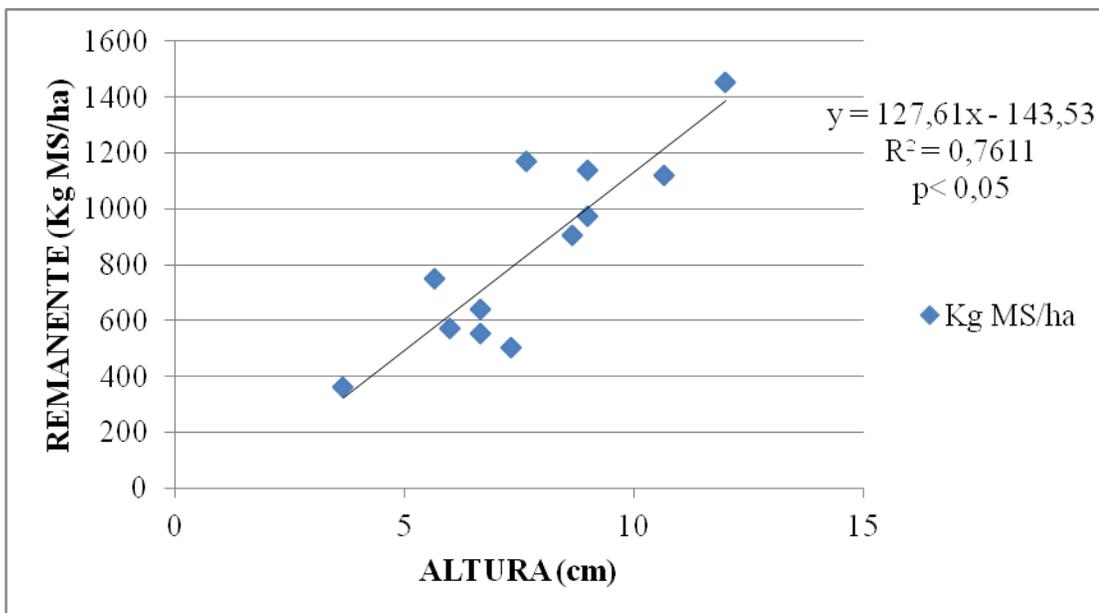
51. VAN SOEST, P. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. ed. Ithaca, NY, Comstock. 476 p.
52. _____.; CHILIBROSTE, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangué. no. 27: 15-17.
53. VIGLIZZO, E. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp. 83-98.
54. ZANONIANI, R. A.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangué. no. 25: 5-11.
55. _____.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. SILVEIRA, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional de Cono Sur, Grupo Campos (21^a., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

9. APÉNDICES

Apéndice No. 1: Correlación entre materia seca disponible y altura de la pastura.



Apéndice No. 2: Correlación entre materia seca remanente y altura de la pastura.



Apéndice No. 3: Disponibe promedio en kg/ha de MS.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
DISPONIBLE (kg/ha)	9	0,90	0,81	7,50

F. V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	824630,67	4	206157,67	9,31	0,0264
BLOQUE	31106,00	2	15553,00	0,70	0,5479
TRATAMIENTO	793524,67	2	396762,33	17,91	0,0101
Error	88617,33	4	22154,33		
Total	913248,00	8			

Apéndice No. 4: Altura promedio (cm) del disponible.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
ALTURA DIS. (cm)	9	0,82	0,64	6,18

F. V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,78	4	4,19	4,52	0,0865
BLOQUE	12,35	2	6,17	6,66	0,0534
TRATAMIENTO	4,43	2	2,21	2,39	0,2079
Error	3,71	4	0,93		
Total	20,49	8			

Apéndice No. 5: Remanente promedio en kg/ha de MS.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
REMANENTE (kg/ha)	9	0,93	0,87	9,07

F. V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	566232,44	4	141558,11	14,38	0,0121
BLOQUE	2029,89	2	10147,44	1,03	0,4354
TRATAMIENTO	545937,56	2	272968,78	27,73	0,0045
Error	39373,78	4	9843,44		
Total	605606,22	8			

Apéndice No. 6: Altura promedio (cm) del remanente.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
ALTURA REM. (cm)	9	0,94	0,89	5,61

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16,16	4	4,04	16,65	0,0093
BLOQUE	3,39	2	1,69	6,98	0,0496
TRATAMIENTO	12,78	2	6,39	26,31	0,0050
Error	0,97	4	0,24		
Total	17,14	8			

Apéndice No. 7: Disponibe promedio del primer pastoreo en kg/ha de MS.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
DISPONIBLE (kg/ha)	9	0,85	0,71	16,17

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2270635,11	4	567658,78	5,90	0,0570
BLOQUE	1658146,89	2	829073,44	8,61	0,0355
TRATAMIENTO	612488,22	2	306244,11	3,18	0,1491
Error	385171,78	4	96292,94		
Total	2655806,89	8			

Apéndice No. 8: Altura promedio (cm) del disponible del primer pastoreo.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
ALTURA DIS. (cm)	9	0,97	0,93	5,63

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	86,69	4	21,67	29,42	0,0032
BLOQUE	86,45	2	43,22	58,67	0,0011
TRATAMIENTO	0,25	2	0,12	0,17	0,8515
Error	2,95	4	0,74		
Total	89,64	8			

Apéndice No. 9: Remanente promedio del primer pastoreo en kg/ha de MS.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
REMANENTE (kg/ha)	9	0,84	0,67	18,24

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	635708,67	4	158927,17	5,08	0,0723
BLOQUE	374594,67	2	187297,33	5,99	0,0627
TRATAMIENTO	261114,00	2	130557,00	4,17	0,1050
Error	125155,33	4	31288,83		
Total	760854,00	8			

Apéndice No. 10: Altura promedio (cm) del remanente del primer pastoreo.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
ALTURA REM. (cm)	9	0,85	0,69	12,17

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,60	4	5,90	5,51	0,0635
BLOQUE	13,82	2	6,91	6,46	0,0559
TRATAMIENTO	9,78	2	4,89	4,57	0,0927
Error	4,28	4	1,07		
Total	27,88	8			

Apéndice No. 11: Disponibe promedio del segundo pastoreo en kg/ha de MS.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
DISPONIBLE (kg/ha)	9	0,98	0,95	5,58

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2225104,44	4	556276,11	42,57	0,0016
BLOQUE	1226581,56	2	613290,78	46,93	0,0017
TRATAMIENTO	998522,89	2	499261,44	38,20	0,0025
Error	52272,44	4	13068,11		
Total	2277376,89	8			

Apéndice No. 12: Altura promedio (cm) del disponible del segundo pastoreo.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
ALTURA DIS. (cm)	9	0,84	0,67	7,59

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29,62	4	7,40	5,10	0,0719
BLOQUE	8,24	2	4,12	2,84	0,1710
TRATAMIENTO	21,38	2	10,69	7,36	0,0457
Error	5,81	4	1,45		
Total	35,43	8			

Apéndice No. 13: Remanente promedio del segundo pastoreo en kg/ha de MS.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
REMANENTE (kg/ha)	9	0,87	0,73	18,20

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1277900,44	4	319475,11	6,51	0,0484
BLOQUE	334192,89	2	167096,44	3,41	0,1368
TRATAMIENTO	943707,56	2	471853,78	9,62	0,0296
Error	196211,11	4	49052,78		
Total	1474111,56	8			

Apéndice No. 14: Altura promedio (cm) del remanente del segundo pastoreo.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
ALTURA REM. (cm)	9	0,79	0,57	16,54

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	32,30	4	8,08	3,65	0,1187
BLOQUE	15,58	2	7,79	3,52	0,1311
TRATAMIENTO	16,72	2	8,36	3,78	0,1197
Error	8,84	4	2,21		
Total	41,15	8			

Apéndice No. 15: Producción de materia seca (kg/ha).

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
PROD. MS (kg/ha)	9	0,81	0,62	14,90

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4228584,67	4	1057146,17	4,27	0,0943
BLOQUE	2191122,67	2	1095561,33	4,43	0,0968
TRATAMIENTO	2037462,00	2	1018731,00	4,12	0,1069
Error	989855,33	4	247463,83		
Total	5218440,00	8			

Apéndice No. 16: Porcentaje del utilización.

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
% UTILIZACIÓN	9	0,90	0,81	8,20

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1135,33	4	283,83	9,41	0,0259
BLOQUE	892,67	2	446,33	14,80	0,0142
TRATAMIENTO	242,67	2	121,33	4,02	0,1103
Error	120,67	4	30,17		
Total	1256,00	8			

Apéndice No. 17: Forraje desaparecido (kg/ha MS).

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
DESA. (kg/ha)	9	0,75	0,50	12,33

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1227792,44	4	306948,11	2,99	0,1572
BLOQUE	819029,56	2	409514,78	3,98	0,1117
TRATAMIENTO	408762,89	2	204381,44	1,99	0,2514
Error	411088,44	4	102772,11		
Total	163880,89	8			

Apéndice No. 18: Producción animal (kg/ha).

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
P. A. (kg/ha)	30	0,57	0,54	27,21

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	51084,31	2	25542,16	18,26	0,0001
TRATAMIENTO	51084,31	2	25542,16	18,26	0,0001
Error	37767,16	27	1398,78		
Total	88851,47	29			

Apéndice No. 19: Ganancia media diaria (kg/animal).

Análisis de varianza

Variable	N	R ²	R ² AJ	CV
P. A. (kg/ha)	30	0,02	0,00	26,97

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	2	0,01	0,26	0,7730
TRATAMIENTO	0,02	2	0,01	0,26	0,7730
Error	1,10	27	0,04		
Total	1,12	29			