

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA DOTACIÓN ANIMAL SOBRE LA PRODUCCIÓN ESTIVO-
OTOÑAL DE UNA PASTURA DE *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y
Lotus corniculatus DE CUARTO AÑO**

por

Eduardo NIN ALGORTA

Juan Pablo POSADA

Rodrigo TUNEU

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2014

Tesis aprobada por:

Director: _____
Ing. Agr. Msc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 25 de abril de 2014

Autores: _____
Eduardo Nin Algorta

Juan Pablo Posada Rodríguez

Rodrigo Tuneu Méndez Blanco

AGRADECIMIENTOS

Ing. Agr. Esp. MSc. Ramiro Zanoniani, director de tesis.

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.

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
1.1 <u>OBJETIVOS</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA</u>	3
2.1.1 <u><i>Trifolium repens</i></u>	3
2.1.2 <u><i>Festuca arundinacea</i></u>	4
2.1.3 <u><i>Lotus corniculatus</i></u>	5
2.2 <u>IMPORTANCIA DE LAS PRADERAS CON MEZCLAS DE ESPECIES</u>	6
2.3 <u>EFFECTOS DEL PASTOREO</u>	8
2.3.1 <u>Introducción</u>	8
2.3.2 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	9
2.3.2.1 <u>Intensidad</u>	9
2.3.2.2 <u>Frecuencia</u>	10
2.3.3 <u>Dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas</u>	12
2.3.4 <u>Efectos del pastoreo sobre la pastura</u>	16
2.3.4.1 <u>Efectos sobre el rebrote</u>	16
2.3.4.2 <u>Efectos sobre la producción de materia seca</u>	17
2.3.4.3 <u>Efectos sobre la utilización del forraje</u>	19
2.3.4.4 <u>Efectos sobre la morfología y la estructura</u>	20
2.3.4.5 <u>Efectos sobre la persistencia</u>	23
2.3.4.6 <u>Efectos sobre la composición botánica</u>	24
2.3.4.7 <u>Efectos sobre la calidad</u>	25
2.3.5 <u>Efecto del pastoreo sobre la performance animal</u>	25
2.4 <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	29
2.4.1 <u>Introducción</u>	29
2.4.2 <u>Relación entre consumo-disponibilidad-altura</u>	29
2.4.3 <u>Relación asignación de forraje – consumo</u>	30
2.4.4 <u>Estrés térmico</u>	33
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	36

3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....	36
3.1.1	<u>Ubicación experimental</u>	36
3.1.2	<u>Descripción del sitio experimental</u>	36
3.1.3	<u>Antecedentes del área experimental</u>	36
3.2	TRATAMIENTOS.....	37
3.3	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	37
3.4	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	37
3.4.1	<u>Variables determinadas</u>	38
3.4.1.1	Disponibilidad y remanente de materia seca.....	38
3.4.1.2	Altura del forraje disponible y del remanente.....	38
3.4.1.3	Forraje desaparecido	39
3.4.1.4	Forraje producido	39
3.4.1.5	Porcentaje de forraje desaparecido.....	39
3.4.1.6	Tasa de crecimiento	39
3.4.1.7	Composición botánica del disponible y del remanente...	39
3.4.1.8	Peso de los animales	40
3.4.1.9	Ganancia de peso diario.....	40
3.4.1.10	Producción de peso vivo por hectárea.....	40
3.5	HIPÓTESIS.....	41
3.5.1	<u>Hipótesis biológica</u>	41
3.5.2	<u>Hipótesis estadística</u>	41
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	41
3.6.1	<u>Modelo estadístico</u>	41
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
4.1	DATOS METEOROLÓGICOS	42
4.2	PRODUCCIÓN DE FORRAJE	44
4.2.1	<u>Forraje disponible</u>	44
4.2.1.1	Cantidad de forraje disponible.....	44
4.2.1.2	Evolución del forraje disponible.....	45
4.2.1.3	Altura de forraje disponible.....	47
4.2.2	<u>Forraje remanente</u>	48
4.2.2.1	Cantidad de forraje remanente.....	49
4.2.2.2	Evolución del forraje remanente.....	49
4.2.2.3	Altura forraje remanente... ..	51
4.2.3	<u>Forraje desaparecido</u>	54
4.2.4	<u>Porcentaje de forraje desaparecido del disponible</u>	55
4.2.5	<u>Producción de materia seca</u>	56
4.2.5.1	Tasa de crecimiento	56

4.2.5.2 Producción de forraje	57
4.2.6 <u>Composición botánica</u>	59
4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL.....	64
4.3.1 <u>Ganancia media diaria y producción de carne por hectárea</u>	64
4.3.2 <u>Producción de carne y eficiencia de producción</u>	67
5. <u>CONCLUSIONES</u>	70
6. <u>RESUMEN</u>	71
7. <u>SUMMARY</u>	72
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	73
9. <u>ANEXOS</u>	86

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Balance hídrico para el período estivo-otoñal.....	43
2. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha MS de cada tratamiento.....	45
3. Altura promedio del disponible en centímetros en función de la dotación (animales/ha).....	47
4. Remanente promedio de forraje en kg/ha MS de cada tratamiento.....	49
5. Altura promedio del remanente en centímetros en función de la dotación (animales/ha).....	51
6. Forraje desaparecido en kg/ha MS.....	54
7. Porcentaje de utilización total en función de los distintos tratamientos.....	55
8. Tasa de crecimiento total para el período experimental en función de los distintos tratamientos.....	56
9. Proporciones promedio de la evolución del disponible de los distintos componentes de la pastura según dotación.....	62
10. Proporción promedio de la evolución del remanente de los distintos componentes de la pastura según la dotación.....	63
11. Oferta de forraje, ganancia media diaria y ganancia de peso vivo por animal y por hectárea por tratamiento para el período experimental.....	64
12. Producción de PV y eficiencia de conversión del forraje desaparecido (kg MS/ kg PV) en función de los distintos tratamientos.....	68

Figura No.

1. Croquis del área experimental, con la disposición de los bloques y los tratamientos.....	37
2. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico entre 1980 y 2009.....	42
3. Registro de temperaturas medias durante el ensayo comparado con la serie histórica.....	43
4. Evolución del forraje disponible (kg/ha MS) al inicio de cada pastoreo.....	46
5. Kg/ha MS disponible en función de la altura disponible.....	48
6. Evolución del remanente de forraje (kg/ha MS) para los distintos tratamientos, durante el período experimental.....	50
7. Kg/ha de MS remanente en función de la altura remanente en cm.....	53
8. Producción de forraje por estación y total de período experimental por tratamiento.....	58
9. Evolución de la composición botánica en el tratamiento 2,17 animales/ha.....	60
10. Evolución de la composición botánica en el tratamiento 1,52 animales/ha.....	60
11. Evolución de la composición botánica en el tratamiento 0,87 animales/ha.....	61
12. Ganancia media diaria promedio (kg/animal/día) y producción de carne promedio (kg/ha) en función de los distintos tratamientos.....	67

1. INTRODUCCIÓN

La economía del Uruguay está claramente influenciada por el rubro agropecuario, el sector pecuario representó 7,67% del PBI en el 2005 y en el 2012 representó el 6,19%. En lo que se refiere a superficie, la ganadería y lechería ocupan un 66% de la superficie total del país (URUGUAY. MGAP. DIEA, 2013). Esta superficie ha mermado en la última década por el aumento de la agricultura de secano y la forestación. Como consecuencia también la ganadería se ha visto desplazada hacia zonas marginales.

La base pastoril para la producción ganadera del Uruguay es el campo natural, este presenta restricciones y deficiencias en cuanto a cantidad, calidad y estacionalidad de forraje. Estas restricciones y deficiencias se tratan de superar mediante la siembra de praderas mezclas.

Actualmente es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional (Carámbula, 2004).

La interrelación entre la pastura y el rumiante en pastoreo es un proceso dinámico y de doble vía donde por un lado los aspectos físicos-químicos y morfológicos de las pasturas influyen el material ingerido por el animal, por el otro el forraje removido determina la cantidad y el tipo de material remanente que a la postre tiene una influencia determinante en la capacidad de rebrote de la pastura. En el control de estos procesos esta la base del manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, 1963).

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 (Cabrera et al., 2013).

En el presente trabajo se evalúa el efecto de distintas dotaciones en una mezcla simple de cuarto año compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

1.1 OBJETIVOS

El trabajo presenta como objetivo general evaluar tres dotaciones distintas en una misma mezcla forrajera, sobre la productividad de la pastura y el desempeño animal.

Los objetivos específicos son los siguientes

a) evaluar durante el período estivo-otoñal características de la pastura, producción, utilización y composición botánica de una mezcla de cuarto año compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

b) evaluar el desempeño animal, producción individual y por hectárea, para las diferentes dotaciones en el período estivo-otoñal.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONENTEN LA MEZCLA

2.1.1 Trifolium repens

Es una leguminosa perenne (aunque puede comportarse como anual, bienal o de vida corta), estolonífera, de ciclo invernal, pero su mayor producción se registra en primavera. Por su alta producción de forraje de calidad excelente (alto valor nutritivo), su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez de cederles altas cantidades de nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo. Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos. No tolera suelos superficiales, siendo sensible a la sequía (Carámbula, 2002). Además, presenta bajo vigor inicial y establecimiento lento, y no tolera la sombra (Langer, 1981).

El crecimiento y desarrollo de esta leguminosa se favorece durante estaciones húmedas y frías, en suelos bien drenados, fértiles, de pH 6 a 7 y que tienen un buen contenido de nutrientes minerales. Prolongados períodos de alta temperatura, así como suelos mal drenados, salinos, alcalinos, o períodos de seca, reducen el crecimiento del trébol blanco y su persistencia (Carlson et al., 1985).

“El crecimiento de T. repens puede ser afectado cuando crece en competencia con gramíneas a través de la reducción en el tamaño de la planta” (Turkington, 1983). “Igualmente, la forma en que el trébol blanco responde a la gramínea depende de cada genotipo” (Turkington, 1989).

La gran adaptación de esta especie al manejo intenso y los altos rendimientos de materia seca que produce se deben a 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. A pesar de estos atributos, como toda planta forrajera, se ve afectada por manejos severos y exagerados, pudiendo perjudicar su habilidad competitiva. Lo más adecuado sería aplicar manejos que permitan mantener plantas vigorosas que presenten mayor longitud de estolones por área de suelo e incrementos en el diámetro de los mismos, mayor peso individual de las hojas, así como mayor proporción de hojas cosechables (Carámbula, 2002).

Bajo regímenes severos de defoliación, se reduce el tamaño de hoja, se afecta el crecimiento de la planta, aumentando la susceptibilidad de la misma a la competencia de las gramíneas o frente a períodos secos (Brougham, 1956).

2.1.2 *Festuca arundinacea*

Es una gramínea perenne con ciclo de producción invernal, de porte cespitoso. Posee buen comportamiento en suelos medios a pesados, se adapta muy bien a un amplio rango de suelos, tolerando suelos alcalinos y ácidos. Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote a fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre) (Carámbula, 2007).

Presenta lenta implantación por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies. Por consecuencia la producción durante el primer año es baja de manera que el manejo debe ser el adecuado para asegurar su persistencia (Langer, 1981).

Esta especie puede soportar manejos de pastoreo intenso y frecuente no solo por presentar sustancias de reservas en las raíces y rizomas cortos que se encuentran formando la base de la maciega sino también por el área foliar remanente luego del pastoreo. Manejos intensos prologados pueden comprometer su crecimiento en verano y demuestra una resistencia a la sequía medianamente buena permaneciendo verde durante un verano seco (Langer, 1981). De todos modos, dada la condición de no presentar órganos especializados en acumular reservas, manejos intensos prolongados comprometen la persistencia y productividad de la especie (Carámbula, 2007).

Para favorecer la productividad y persistencia se debe insistir en un manejo a fines del invierno y primera mitad de la primavera que permita un buen desarrollo radicular previo al verano, para lograr una buena exploración radicular y extraer agua de horizontes más profundos, prestando también especial cuidado en el manejo estival (Carámbula, 2007).

Con respecto al macollaje, aumentan durante la etapa vegetativa (otoño-invierno) registrándose los valores máximos a fines del invierno, para posteriormente disminuir durante la primavera y el verano (Formoso, 1995). Esto resulta de gran importancia para lograr el máximo número de macollos previo al verano, estación que generalmente por déficit hídricos se pierden macollas comprometiendo la persistencia de la especie que se muestra susceptible al avance de especies más adaptadas.

La festuca pierde su palatabilidad en estadios avanzados de crecimiento cuando comienza a elongar los tallos, por lo que debería ser pastoreada cuando logre una altura alrededor de 10 cm para evitar la caída de la aceptabilidad y palatabilidad, atributos que son variables de acuerdo a los cultivares y manejos (Langer, 1981).

La tasa de crecimiento máxima se da durante la primavera y es de 52 kg MS/ ha/ día. En cambio, durante el verano mantiene tasas de crecimiento entre 10-20 kg MS/ha/día, aumentando gradualmente durante el otoño para luego volver a descender hacia el invierno (García, 2003).

En Uruguay, en INIA La Estanzuela ha sido creada la variedad sintética de uso público, Tacuabé para mejorar tres deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, material hasta ese entonces más usado comercialmente en el país. Los tres objetivos de mejoramiento seguidos con relación al k 31 fueron aumentar el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia con respecto al trébol blanco (Formoso, 2010), lográndose ventajas en la producción estacional de forraje de 49% en otoño y de un 22% en primavera, además de una relación adecuada en sus mezclas con trébol blanco y una persistencia productiva muy destacable (Formoso, 2010).

2.1.3 Lotus corniculatus

Es una especie perenne estival, de la que se desarrollan tallos normalmente erectos, aunque puede variar con el cultivar (Zanoniani et al., 2004).

Presenta un sistema radicular pivotante profundo, la cual la hace resistente a la sequía. En cuanto a su adaptación a suelos, presenta buen desarrollo tanto en suelos arenosos como arcillosos. Posee una mayor persistencia en suelos secos que en húmedos por ser susceptibles a enfermedades causadas por hongos en el sistema radicular y la corona (Pereira, 2007).

Es una especie de buen potencial de producción primavera-estivo-otoñal, con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos. Al igual que las praderas mixtas presenta una clara tendencia a una estacionalidad más marcada a medida que el cultivo envejece (Carámbula, 2002).

El descenso en la producción de forraje luego del segundo año de vida se explica por la disminución del número de plantas ocasionada por lesiones en la raíz y la corona provocadas por diversos organismos. Además de disminuir la producción de forraje al avanzar la edad, también se concentra cada vez más en el período estival (Formoso, 1993).

En particular para lograr buena persistencia hay que permitirle semillar para lograr un buen reclutamiento otoñal de plantas y así reemplazar aquellas que han muerto (Pereira, 2007).

Respecto a su calidad, presenta un elevado valor nutritivo que declina poco en verano con la madurez (Buxton et al., 1985) y se mantiene con muy buena calidad para ser diferido (Collins, 1982). Otra de las características que posee es que no produce meteorismo, pudiendo ser sembrado como cultivo puro (Pereira, 2007).

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 et al., 2004).

En lo que respecta al tipo de pastoreo, es una especie que se beneficia con pastoreos aliviados, con alturas de 20-25 cm. antes de ser defoliado, y con remanentes no menores de 7,5 cm. 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 el otoño, que permita la entrada de luz a horizontes más profundos (Zanoniani et al., 2004).

2.2 IMPORTANCIA DE LAS PRADERAS CON MEZCLAS DE ESPECIES

Mientras Donald (1963), Rhodes (1970) sostienen que no existen evidencias de que las mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros, Jones et al. (1968). Rhodes (1969), Harris y Lazemby (1974) indican que una combinación de especies forrajeras y/o cultivares debería ser más eficiente para utilizar los recursos ambientales disponibles, que cada especie o cultivar sembrado individualmente.

“La combinación de especies invernales y estivales constituyendo mezclas forrajeras complementarias puede resultar una alternativa para incrementar la productividad de las pasturas. Dicha combinación puede resultar más productiva que mezclas simples estacionales sembradas separadamente” (Carámbula, 2002).

Algunas de las razones por las que se justifica el uso de mezclas en lugar de cultivos puros son por su mayor producción y uniformidad estacional de la misma, menor variabilidad interanual y ventajas en la alimentación por su mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Schneider, 2005).

Una mezcla forrajera debe tener como objetivos producir altos rendimientos de materia seca de elevado valor nutritivo durante varios años. Es importante además que la producción anual esté uniformemente distribuida. El logro de dichos objetivos presenta limitantes, atribuidas principalmente a la variación estacional de los parámetros climáticos y una consecuente desuniformidad de las condiciones ambientales para el crecimiento de las plantas, según Santiñaque y Carámbula (1981).

En cuanto a la dinámica de las especies en las mezclas, Carámbula (1991) menciona que la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa. Dicho comportamiento aparece desde el momento de la implantación, en que la experiencia general demuestra que es más fácil establecer leguminosas que gramíneas, a tal punto que se podría afirmar que el común denominador de las pasturas cultivadas es el exceso de leguminosas en los primeros años de su vida. Este hecho es precisamente el que determina los rendimientos más elevados de materia seca, al segundo y tercer año promoviendo las producciones animales más altas en la vida de la pastura, aunque con serios riesgos de meteorismo. Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene su aspecto positivo, también es cierto que conduce a pasturas de baja persistencia, dado que una vez incrementado el nivel de nitrógeno del suelo, mediante el proceso de simbiosis, y teniendo en cuenta la vida corta de las mismas, la invasión de especies mejor adaptadas pero menos productivas termina dominando las praderas.

La rapidez y eficiencia con que se realice el crecimiento de los sistemas radiculares, será tanto menor cuanto más maltratadas hayan sido las plantas por sobrepastoreos en invierno. En esas circunstancias no solamente se impedirá la acumulación de reservas en los órganos más perecederos de las plantas, sino que el sobrepastoreo altera también el microambiente debido a la acción física del pisoteo sobre la parte aérea de las mismas (magullado y

enterrado) y sobre la parte subterránea (compactación, falta de aireación y menor infiltración del agua) (Carámbula, 2002).

2.3 EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1 Introducción

Una pastura bajo pastoreo es un sistema dinámico en el cual el tejido foliar es continuamente producido por macollas, es consumido por animales o se pierde por senescencia. Optimizar la cantidad de forraje recolectado por el animal requiere dos consideraciones: mantener una tasa de acumulación de forraje verde alta y maximizar la eficiencia de utilización del forraje o minimizar las pérdidas del mismo (Smetham, 1973).

El manejo de pastoreo en pasturas cultivadas, según Formoso (1996), presenta dos objetivos principales, siendo estos “*maximizar el crecimiento y utilización de forraje de alta calidad para consumo animal*” y “*mantener las pasturas vigorosas, persistentes y estables a largo plazo*”.

En otras palabras, el 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)

La defoliación consiste básicamente en la remoción de parte de los órganos aéreos de las plantas, y es caracterizada primariamente por su intensidad y frecuencia (o la inversa, el intervalo entre defoliaciones). En algunas instancias, la defoliación requiere ser definida también por otras características, como la homogeneidad o heterogeneidad espacial, o el momento en relación al estado de desarrollo de las plantas, en particular con respecto a la iniciación floral (Gastal et al., 2004)

El manejo de la defoliación, para producir rendimientos elevados de forraje durante la etapa vegetativa, debe considerar ambas variables (frecuencia e intensidad) en forma conjunta (Carámbula, 2004).

La defoliación afecta los parámetros morfogénéticos que determinan el tamaño y la densidad de macollas, dependiendo de su frecuencia e intensidad a través de procesos fisiológicos y ambientales, directos e indirectos (Gastal et al., 2004).

2.3.2 Parámetros que definen el pastoreo

2.3.2.1 Intensidad

La defoliación está definida por la frecuencia, intensidad, uniformidad y duración del pastoreo en relación a las fases de desarrollo de la pastura. Cabe destacar que generalmente cuanto mayor es la intensidad y frecuencia de la defoliación, la producción de la pastura se reduce (Harris, 1978).

El rebrote de la pastura luego de la defoliación está condicionado por el tejido fotosintético residual, carbohidratos y otras reservas, la tasa de crecimiento de las raíces, la absorción de nutrientes y agua y la cantidad y actividad de los meristemas que sobrevivieron, dependiendo de la especie (Harris, 1978).

“Con referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura del 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 una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente” (Carámbula, 2004).

“En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente eficiente. Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con porcentajes mínimos de mortandad, lo cual compensa temporariamente eventuales índices de área foliar (IAF) bajos” (Carámbula, 2004).

“Si las pasturas son mantenidas a niveles de altura relativamente bajos, permanecen densas, verdes y hojosas, con alta digestibilidad a lo largo del año. Por el contrario, manejadas muy altas o muy bajas presentarán problemas serios de producción y supervivencia, con síntomas serios de deterioro, lo que indica que siempre se debe evitar la disponibilidad de masas extremas de forraje” (Langer, 1981).

“Para evitar inconvenientes y como recomendación general, las especies prostradas 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).

Con una defoliación aliviada una hoja puede demorar en desplegarse 2,6 días, mientras que bajo una defoliación severa puede tomar 3,5 días, teniendo una actividad fotosintética menor, un menor peso de los estolones y

una mayor proporción de muerte de estolones que las plantas defoliadas menos severamente (Chapman y Robson, citados por Olmos, 2004).

Por lo tanto, es importante enfatizar la importancia de mantener rastrojos adecuados, con lo que se logran rebrotes más rápidos y más sanos, apoyados por áreas foliares eficientes capaces de utilizar mejor la luz incidente, y a la vez absorber más agua (Matthew, citado por Velasco et al., 2005).

2.3.2.2 Frecuencia

La frecuencia de defoliación es el intervalo entre dos períodos sucesivos de pastoreo, lo cual es la característica del sistema de manejo del pastoreo (Pineiro y Harris, 1978).

Si bien la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año, el elemento que determina la longitud del período de crecimiento es la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será determinado en teoría por el IAF óptimo (área foliar capaz de interceptar el 95% de la luz incidente) (Carámbula, 2007).

Otra forma de manejar la frecuencia de pastoreo es mediante la altura del forraje disponible al comenzar el mismo. Para Hodgson (1990) la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, ya que es la variable más simple para predecir la respuesta tanto de la pastura como del animal.

Según Fulkerson y Slack (1995), el número de hojas puede ser un criterio conveniente para determinar el momento apropiado para pastorear, ya que se basa en el desarrollo morfológico, el cual integra muchas variables ambientales y de manejo. Según lo citado por Nabinger (1998), Carámbula (2002), la cantidad de hojas para permitir la entrada varía entre 2,5-3,5 hojas, dependiendo de la especie a pastorear.

En pasturas con un IAF óptimo bajo, como aquellas dominadas por trébol blanco, es posible realizar el aprovechamiento más intenso con defoliaciones más frecuentes (IAF 3) que en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF 5) o por gramíneas erectas (IAF entre 9 y 10). En este sentido, los cortes frecuentes mejoran las condiciones de luz y la performance de trébol blanco.

La estructura de una pastura varía considerablemente en relación a la frecuencia impuesta (Nabinger, 1996). Tanto el pastoreo continuo como el rotativo, son esencialmente parte de un mismo modelo de respuesta vegetal.

De esta forma, lo que en un análisis superficial parece ser dos sistemas diferentes de manejo de defoliación, en verdad no son más que diferentes partes de una misma relación gobernada por la captura de recursos del medio y la utilización de biomasa. A pesar de que puede haber alguna ventaja hacia el pastoreo rotativo que aprovecha el tiempo entre la producción de una nueva hoja y la senescencia en que la planta crece sin el stress causado por la presencia del animal, en la práctica estas ventajas son pequeñas y difíciles de ser detectadas en la escala del productor (Nabinger, 1998).

La productividad es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que ese forraje cosechado es transformado en producto animal (Hodgson, 1990). Por lo tanto para lograr una alta eficiencia de conversión del pasto producido en producto animal, es necesario ajustar la carga y el método de pastoreo (Cangiano, 1996).

El consumo de nutrientes en pastoreo es la variable de mayor incidencia en la productividad animal y puede estar regulado por factores inherentes a la pastura, al animal y al ambiente, cómo ser; la disponibilidad y calidad de la pastura, (Poppi et al., 1987), la presión de pastoreo (Elizondo et al., 2003), la frecuencia con la cual se accede a una nueva franja (Fernández, 1999), las oportunidades de seleccionar el alimento (Montossi et al., 1996), y las relaciones sociales entre animales (Judd et al., 1994).

El rebrote de especies forrajeras, luego de ser consumidas, se lleva a cabo por una combinación hojas residuales y reserva de carbohidratos, las que proveen energía al mismo (The Stockman Farmer, 2000).

Según Nabinger (1998), luego de una defoliación intensa la duración del período de rebrote es aumentado en pastoreos continuos por un considerable período de tiempo para tener aumento en la acumulación de materia seca. En cambio en pastoreos menos intensos el período para la acumulación de biomasa es reducido.

Los ciclos de pastoreo y descanso le permiten a las especies con ciclos de carbohidratos mantener reservas de energía apropiadas. En cambio en aquellas especies, que se benefician con áreas de hojas residuales, la presión de pastoreo debe manejarse de tal forma que quede una capa de hojas verdes que actúen en consecuencia. Los sistemas con raíces pequeñas llagan a demorar el crecimiento total y a disminuir la infiltración del agua y ventilación (The Stockman Farmer, 2000).

Pasturas mantenidas con bajo IAF en pastoreo continuo presentan mayor número de macollos, pero su tamaño es menor. Contrariamente pasturas en que la presión de pastoreo es baja presentan mayor IAF y se caracterizan por menor número de macollos de mayor peso. Cuando a estas pasturas se las somete a pastoreos intensos, hay una remoción sustancial de las hojas, por lo que la posterior restauración del área foliar depende de las reservas. Por otro lado, una pastura pastoreada severamente por un largo período no puede depender continuamente de las reservas pues estas no son restablecidas debido al bajo IAF. En cambio cuando una pasturas es mantenida con bajo IAF, algunas plantas tienen capacidad de responder modificando su estructura y pasan a producir mayor número de macollos por planta pero de menor tamaño, teniendo las mismas hojas de menor tamaño (Nabinger, 1998).

2.3.3 Dinámica del crecimiento de gramíneas y leguminosas

Teniendo en cuenta que en las pasturas el verdadero rendimiento económico está constituido por macollas, tallos y hojas, es fundamental conocer los eventos que se suceden en la formación de estos componentes del rendimiento y los efectos que pueden ejercer diferentes factores sobre los mismos (Carámbula, 2002).

La producción de tejido foliar es un proceso que se da de forma continua, regulado por variables del ambiente y características del estado de la pastura. En tapices bajo pastoreo, el tejido foliar sufre eventos de defoliación cuya frecuencia e intensidad afectan la fisiología de las plantas, por su efecto en la tasa de producción de nuevas hojas. Por consiguiente, la optimización de los sistemas de pastoreo no puede concebirse independientemente de la maximización de la producción de forraje. Es una interacción entre los tres flujos de tejido foliar que se dan en los sistemas pastoriles: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons et al., 1991).

En las leguminosas, el desarrollo vegetativo consiste en el crecimiento alternado de hojas en el tallo inicial, y de tallos secundarios nacidos desde los meristemos ubicados en las axilas de dichas hojas. En las gramíneas, durante la etapa de desarrollo vegetativo dominan fundamentalmente dos procesos: el de formación de hojas y el de formación de macollas. El primero es continuo y el segundo relativamente discontinuo (Carámbula, 2002).

Cuando las plantas son defoliadas la mayor prioridad apunta hacia un nuevo objetivo, maximizar la velocidad de refoliación utilizando eficientemente la energía remanente post-defoliación, a los efectos de restablecer lo más

rápidamente posible un balance positivo de fijación de energía (Chapín et al., 1987).

Si bien el efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, también es cierto que además este efecto varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Dentro de las gramíneas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados.

Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y en consecuencia, sus rendimientos en forraje son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una producción mayor con manejos más aliviados (Carámbula, 2004).

En pasturas aliviadas muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos, por lo que su valor como área fotosintetizante es muy bajo. Esto es particularmente importante en gramíneas con pocas macollas nuevas, donde la mayoría de las hojas jóvenes se encuentran en el estrato superior de la pastura. En otras especies, como el trébol blanco y el trébol subterráneo, sucede todo lo contrario y las hojas nuevas que se han formado bajo la sombra proporcionada por el exceso de follaje, al ser expuestas bruscamente a la luz solar, pueden sufrir una desecación intensa, lo que provoca una menor eficiencia de las mismas (Pearce et al., 1965).

Cada hoja producida posee yemas axilares capaces de originar nuevos macollos con características idénticas al que le dio origen. Una única planta puede presentar varias generaciones de macollos, debido a que cada yema axilar puede potencialmente formar un macollo. La producción de nuevos módulos y de sus hojas está altamente sincronizado con la formación de hojas en el tallo principal (Nabinger, 1996).

Por lo general en las gramíneas templadas el número máximo de hojas vivas por macollo es cercano a 3, salvo en el período reproductivo (elongación o encañazón) cuando un macollo puede sostener un mayor número de hojas (Agnusdei et al., 1998). Esto significa que si transcurre el tiempo y un macollo no es pastoreado, una vez alcanzado tal número máximo, al aparecer una nueva hoja, la hoja más vieja senesce. Especies con una vida media foliar corta tienen un recambio foliar más rápido y deben ser pastoreadas más frecuentemente (por ejemplo raigrás perenne). A su vez, como la vida media foliar está afectada por la temperatura media del ambiente, el recambio foliar es

mucho más rápido en primavera respecto a pleno invierno, e intermedio en otoño (Agnusdei et al., 1998).

En ausencia de limitaciones hídricas y nutricionales, el tallo principal produce sus hojas a un ritmo determinado genéticamente, el cual depende de la acción de la temperatura ambiente sobre el meristemo apical (Peacock, 1975).

La duración de la vida de las hojas determina el número máximo de hojas vivas en un macollo, lo cual permite determinar dos características esenciales en la dinámica de crecimiento de una pastura luego de un corte: I) la duración de la fase corte-inicio de la senescencia foliar, II) La máxima cantidad de biomasa viva acumulada, que corresponde al “rendimiento techo” (Brancato et al., 2004).

Mientras crece, la hoja recibe metabolitos de las hojas precedentes, pero una vez desarrollada, es ella quien los aporta tanto a las hojas que le suceden, como a sus macollas hijas y raíces, disminuyendo su eficiencia fotosintética a medida que envejece. Este aspecto puede ser muy importante en pasturas mal manejadas donde la falta de luz, por una densidad excesiva de la trama o canopia, puede provocar la muerte anticipada de hojas maduras y su rápida descomposición, con la consiguiente pérdida de materia seca (Carámbula, 2002).

Parecería que la tasa de aparición foliar de *Lolium perenne* y *Festuca arundinacea* no es afectada significativamente por la relación rojo/rojo lejano ni por la luz azul (Gautier et al., Gastal y Verdenal, citados por Gastal et al., 2004). De esta manera, el efecto positivo de la intensidad de la luz sobre la tasa de aparición foliar observada en algunas circunstancias puede ser interpretada por un aumento de la actividad fotosintética y del suministro de carbono (Gastal et al., 2004).

Las especies de gramíneas templadas almacenan carbohidratos solubles en agua principalmente en la base de las macollas (o tallos) y luego usan esas reservas para suplir energía para el crecimiento y funcionamiento continuo cuando la producción de energía (a través de la fotosíntesis) es insuficiente para satisfacer la demanda (por ejemplo: luego de la defoliación o durante el sombreado) (White, citado por Donaghy y Fulkerson, 1998).

En un contexto de sobrevivencia, hay prioridad en destinar las reservas a recomponer el canopeo en vez de destinarlo al crecimiento de raíces o nuevos macollos. Los macollos parentales tienen mayor prioridad que la macollas hijas en una situación de stress (Fulkerson y Slack 1995, Donaghy y Fulkerson 1998).

El mayor rendimiento relativo de las pasturas sometidas a períodos de descanso prolongados versus aquellas sometidas a períodos de descanso cortos o a un pastoreo continuo se debe a que las plantas tienen la oportunidad de reaprovisionar sus reservas en el primero de los manejos (Langer, 1981). El principal parámetro que gobierna la producción de forraje, tanto en sistemas de pastoreo continuo como rotativo, es el IAF promedio al que es mantenida la pastura (Parsons et al., 1991).

La relación entre la estructura de la pastura y la producción y utilización de forraje se ha explicado por el índice de área foliar. La máxima productividad neta se da en un rango de IAF de 3-5 para gramíneas. Con IAF menores, la productividad es limitada por la intercepción de luz, y con IAF mayores, es limitada tanto por el gasto en respiración como por senescencia (Chapman y Lemaire, 1993).

La producción de forraje aumenta en forma asintótica con el IAF, en relación a la cantidad de radiación interceptada, mientras que la senescencia aumenta en forma lineal. Este análisis basado en la relación IAF-crecimiento deriva de estudios de pasturas pastoreadas en forma discontinua y debería ser adaptado a condiciones de pastoreo continuo, donde las modificaciones de largo plazo de la estructura de la pastura modifican las relaciones de fotosíntesis, respiración y senescencia (Parsons et al., 1991).

Un segundo abordaje fue propuesto por Chapman y Lemaire (1993), en el cual el flujo de los tejidos de la pastura es analizado a través de varios componentes del crecimiento como las tasas de aparición, de crecimiento y de muerte de hojas, el patrón de ramificación y masa específica de órganos. Por definición, este abordaje es más cercano al análisis de la estructura de la pastura que el de IAF-tasa de crecimiento, pero es razonable que ambos abordajes sean complementarios.

Luego de la defoliación, lo primero que se afecta es la iniciación de las macollas debido al descenso en el nivel de carbohidratos solubles de reserva en el remanente, luego el crecimiento de las raíces y por último el crecimiento de las hojas. El momento de iniciación de las macollas hijas coincidió con el restablecimiento del nivel de carbohidratos solubles en el remanente (Donaghy y Fulkerson, 1998).

En trébol blanco los efectos de la defoliación o el corte producen un patrón similar de respuesta al sombreado en la planta. El cambio en la tasa fotosintética lleva a diferencias en el balance del carbono y dependiendo de cuán intenso sea el efecto, el mismo podría cambiar la cantidad de carbono destinada a diferentes partes de la planta, determinando prioridades en la localización de los asimilados. La primera restricción al patrón de distribución de

asimilados ocurre con el carbono destinado a las raíces, en segundo lugar hacia los estolones, luego en ramas y en el caso más extremo dando absoluta prioridad al punto de crecimiento en el ápice del estolón (Chapman y Robson, citados por Olmos, 2004).

Con respecto al manejo de las intensidades y frecuencias de pastoreo, éste debería ser diferencial en función de las distintas estaciones, así como de los períodos de descanso para semillazón y/o regeneración natural, todo ello relacionado con las condiciones climáticas (Carámbula y Terra, 2000).

2.3.4 Efectos del pastoreo sobre la pastura

La respuesta de plantas individuales a la intensidad y frecuencia de defoliación involucra procesos en la interfase planta-animal: en el corto plazo ocurren respuestas fisiológicas asociadas a la reducción de carbono suministrado para las plantas, resultante de la pérdida de parte del área fotosintética; y en el largo plazo existen respuestas morfológicas que permiten a la planta adaptar su arquitectura y escapar a la defoliación (Briske, citado por Azanza et al., 2004).

2.3.4.1 Efectos sobre el rebrote

El rebrote después del corte depende de la interacción entre los carbohidratos de reserva en la planta y el área foliar del rastrojo residual (Blaser y Brown, citados por Langer, 1981).

Es posible que sean necesarias cierta cantidad de defoliaciones frecuentes sucesivas para bajar el nivel de reservas de carbohidratos solubles lo suficiente como para afectar el rebrote. Además, el impacto que el nivel de carbohidratos solubles tenga sobre el rebrote depende también de la altura del remanente, habiendo una interacción entre dichos factores. La altura de defoliación afectaría no solo la cantidad absoluta de carbohidratos solubles en el remanente sino también los requerimientos de las plantas, según la capacidad fotosintética que represente (Fulkerson y Slack, 1995).

Cuanto más corta sea defoliada una pastura, mayor será el período transcurrido antes de que ésta alcance el IAF crítico (Brougham, 1956).

La primera hoja en expandirse luego del pastoreo actúa de fosa de carbohidratos solubles en una primera etapa y de fuente de carbohidratos solubles luego de expandirse completamente, aportando a las otras partes de la

planta (Williams, citado por Fulkerson y Slack, 1995). Se desprende de esto que el peor momento para pastorear sería antes de la expansión completa de la primera hoja (Fulkerson y Slack, 1995).

En un ensayo realizado por Fulkerson y Slack (1995), el rebrote luego del pastoreo frecuente fue solo el 65% del rebrote del menos frecuente. Esto estaba asociado al más bajo contenido de carbohidratos solubles (2,15 vs. 17,5% en el tallo remanente) y 27 veces menos cantidad de carbohidratos solubles en el remanente. Esta diferencia se debió al efecto combinado de un mayor número y peso de macollos y al mayor contenido de carbohidratos solubles en el remanente de plantas defoliadas con menor frecuencia.

2.3.4.2 Efectos sobre la producción de materia seca

El crecimiento de una plántula a partir de la semilla y su crecimiento posterior así como el crecimiento de una planta adulta luego de haber recibido un pastoreo o corte, sigue una curva sigmoide. Se pueden distinguir tres etapas claramente diferenciadas: una primera etapa de crecimiento lento, una etapa intermedia de crecimiento rápido y una etapa final de escaso crecimiento (Mc Meeckan, citado por Carámbula, 2004).

“Los tiempos de descanso, o sea libres de pastoreo, durante la primera etapa de crecimiento lento, resultan demasiado cortos, por lo que ofrecen una baja producción de forraje” (Carámbula, 2004).

“Por el contrario, cuando se permite crecer la pastura hasta la etapa intermedia de crecimiento, se logra una mayor productividad durante los tiempos de descanso, los cuales son también variables según la estación del año que se considere. El mayor rendimiento total de una pastura se obtiene si se aprovecha 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 crecimiento de rebrote rápido. Realizando pastoreos en dicha etapa, se logra el mejor balance entre la presencia de muchas hojas con alta capacidad de fotosíntesis, una defoliación adecuada con un consumo apropiado por parte de los animales y un porcentaje bajo de material muerto” (Carámbula, 2004).

“Teóricamente, parecería que podrían obtenerse los máximos rendimientos anuales de forraje permitiendo a las pasturas crecer, repetidamente, en forma ininterrumpida y cosechando inmediatamente antes de que la velocidad de acumulación de materia seca disminuya o se detenga. De

esta manera la pastura crecería a una tasa máxima durante el máximo tiempo posible” (Langer, 1981).

“Teóricamente al menos, la acumulación de materia seca de una planta forrajera será considerada aceptable cuando el sistema de pastoreo que se está aplicando asegure el balance óptimo entre la disminución de forraje por pastoreo o muerte y descomposición de hojas, y el aumento de forraje que se produce por un proceso de fotosíntesis activo, debido fundamentalmente a valores altos de intercepción de luz, a través de un área foliar remanente apropiada” (Carámbula, 2004).

En un sistema de pastoreo rotacional, la optimización de la producción de forraje para una sucesión de períodos de rebrote implica que se pastoree cuando se alcanza la tasa de crecimiento promedio máxima (Chapman y Lemaire, citados por Gastal et al., 2004).

“Para obtener el rendimiento máximo es más importante someter a la pastura a un pastoreo intenso y bajo dejando un mínimo de rastrojo, y preservando al mismo tiempo un intervalo prolongado entre períodos de pastoreo, que tratar de dejar una cantidad importante de hojas residuales después de cada período de pastoreo. Esto se debe a varios factores, como ser: el rastrojo consiste en material vegetal más viejo, de menor eficiencia fotosintética, y parte del material senesce antes del siguiente corte; el material vegetal muerto o senescente del rastrojo intercepta inútilmente energía luminosa y sombrea las hojas verdes, de manera que se reduce la tasa de rebrote; la iniciación de macollos también se enlentece mediante este sombreado” (Langer, 1981).

Bryant et al. (1970) reportan que la producción de plantas de porte erecto, como el *Lolium perenne*, así como su persistencia, aumentan proporcionalmente con el largo de los períodos de descanso, generando mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

Ayala Torales et al. (1995) lograron mayores volúmenes de biomasa cosechada de *Lotus corniculatus* con defoliaciones poco frecuentes y encontraron una fuerte relación negativa entre la producción de biomasa de Lotus y la producción de biomasa de gramíneas de ciclo primavera-estival.

Brink, citado por Olmos (2004) reportó en *Trifolium repens*, una reducción en la cantidad de materia seca por hectárea de estolones usando diferentes variedades, al comparar una altura de corte de 2,5 cm con 10 cm.

2.3.4.3 Efectos sobre la utilización del forraje

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, teniendo en cuenta el tiempo de descanso óptimo para cada especie en particular (Chapman y Lemaire, 1993).

Otras formas de definir la utilización de pasturas es considerando como referencia la presión de pastoreo en relación con la carga animal, alcanzando su óptimo cuando se equilibran las ganancias por animal y por hectárea, determinando así la capacidad de carga de la pastura (Euclides et al., 1995).

La eficiencia de utilización de forraje en un sistema de pastoreo puede ser definida como la proporción del tejido foliar producido que es removido por los animales antes de entrar en el estado de senescencia (Chapman y Lemaire, 1993).

A IAF altos, no sólo baja la productividad neta sino también la utilización del forraje debido a que el consumo disminuye por la presencia de material senescente (Hodgson et al., citados por Gastal et al., 2004).

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. En este sentido, todo tejido que llega al punto de envejecimiento (senescencia) es efectivamente una pérdida para el sistema (Hodgson, citado por Carámbula, 2004).

Pastoreos severos favorecen la utilización del forraje ofrecido, pero provocan descensos en la producción debido a una menor área fotosintéticamente activa. Por el contrario, en pastoreos muy aliviados, si bien se hace máxima la producción de forraje, una considerable proporción del alimento utilizable por los animales es desperdiciada (Fulkerson y Slack, 1995).

Es observada una disminución en la utilización de forraje a medida que aumenta la asignación. La eficiencia de utilización, al igual que el forraje desaparecido, está determinada por la relación entre la cantidad de forraje ofrecido a los animales y la capacidad de consumo de los mismos. También por características de la pastura como la composición botánica, la cuales a su vez son influenciadas por el régimen de pastoreo. La utilización de forraje es superior en los tratamientos de mayor intensidad de pastoreo (2,0 % PV), con una mayor cantidad de forraje consumido entre 4.5 y 7,0 % de PV, determinando un menor remanente y una mayor pérdida de plantas y enmalezamiento en el tratamiento de 2,0 % de PV. La producción de carne/ha disminuye con la disminución en la intensidad de pastoreo, mientras que la ganancia individual sigue un comportamiento inverso, sin existir efecto de la suplementación en el producto animal obtenido (Zanoniani et al., 2008).

2.3.4.4 Efectos sobre la morfología y la estructura

Sin lugar a dudas, el pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies que integran las comunidades vegetales. Esta incidencia depende básicamente de la especie animal y de la carga que soporte la pastura. La defoliación provoca una disminución en el largo de las hojas en el caso de que el corte ocurra en la vaina, pero no tiene un efecto significativo cuando ocurre en la lámina (Grant et al., 1981).

La morfología y la estructura de una pastura pueden cambiar rápidamente en respuesta a cambios en el manejo. Así es que existe normalmente una estrecha relación funcional entre la densidad de macollos y el tamaño individual o lo que es lo mismo el peso de estos en la pastura, decreciendo éste al aumentar la densidad de los macollos y viceversa (Hodgson, citado por García et al., 2005).

La distribución vertical de una pradera de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, medida en porcentaje por hectárea de materia seca total por estrato en el disponible no muestra diferencias entre tratamientos de diferentes intensidades de pastoreo, no siendo así para el caso del remanente en donde sí se encontraron diferencias. Esto podría estar indicando que mediante el manejo de la frecuencia del pastoreo es posible evitar las diferencias en estructura vertical que se generan en el tapiz luego del pastoreo debido a intensidades diferenciales. Los parámetros morfogenéticos: tasa de expansión foliar, vida media foliar y tasa de aparición foliar, determinan otros componentes de la estructura de la pastura como es el caso de el tamaño foliar maduro, el número máximo de hojas verdes por macollo individual y el número potencial de macollos (Chapman y Lemaire, 1993).

El pastoreo afecta la población de macollas presentes por metro cuadrado en una pastura. Se ha sostenido en el tiempo que el proceso de macollaje disminuye con la intensidad de pastoreo; no obstante cuando las condiciones ambientales son favorables, éste en general afecta poco dicho proceso (Carámbula, 2004). La tasa de macollaje aumenta con la intensidad de defoliación de la pastura (Grant et al., 1981).

El aumento en la tasa de macollaje debido al uso más intenso y frecuente de la pastura es consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea a la planta, provocado principalmente por el corte de plantas vecinas. El corte de la pastura permite un ambiente lumínico en la base de la misma más favorable (mayor relación rojo/rojo lejano) para la aparición de macollos (Brancato et al., 2004). En la pastura durante el rebrote, se ve un incremento inicial del número de macollos enseguida del pastoreo, para después disminuir aumentando el tamaño de éstos (Hodgson, citado por García et al., 2005).

Se debe tener en cuenta que la base de la pastura reciba luz mediante pastoreos severos, para estimular la actividad de las yemas axilares y aumentar la densidad de las pasturas. Dichos cortes deberían hacerse en épocas de rápido crecimiento vegetativo siempre que las condiciones ambientales sean favorables. La mayor densidad de plantas de *Lolium perenne* se alcanzó a intervalos de defoliación de 29 días. La reducción en la densidad de plantas de raigrás, se hizo mayor a medida que se hacían más largos de 29 días los descansos, lo que podría reflejar la inhibición del macollaje debido a los niveles de luz debajo del denso canopeo en éstas parcelas. Una reducción en la densidad, en los tratamientos con descansos menores a 29 días, se cree que es producto de la incapacidad de las plantas defoliadas frecuentemente de mantener una adecuada área foliar para acumular los carbohidratos de reserva necesarios y sustentar un fuerte sistema radicular. La altura remanente, aparentemente no tuvo efecto en la sobrevivencia de las plantas, por lo tanto no se detectó una interacción “*días de descanso por altura del remanente*” (García et al., 2005).

El pastoreo frecuente bajó sustancialmente el peso medio de macollas y el crecimiento radicular. Se ha citado que el macollaje es más rápido una vez alcanzado un techo de 3,5 hojas por macolla, tanto bajo corte como bajo pastoreo. El alto nivel de carbohidratos solubles en este estado de crecimiento evidentemente promueve la iniciación de nuevas macollas. Esta hipótesis concuerda con observaciones de una relación positiva entre el nivel de carbohidratos solubles en las vainas de festuca, el macollaje y peso de macollas. Finalmente, una defoliación más frecuente puede haber reducido el crecimiento de las hojas al retrasar el crecimiento radicular (Fulkerson y Slack, 1995).

Las defoliaciones frecuentes y severas llevan a las plantas a desarrollar hojas con vainas más cortas, cuyas l gulas est n posicionadas justo debajo del nivel del corte y cuya lámina se vuelve más horizontal, llevando al tapiz a mantener material de hoja verde por debajo del horizonte de pastoreo. Esta respuesta de la planta es totalmente reversible cuando cesa la defoliación o cuando se vuelve menos frecuente. El largo de las vainas de las hojas sucesivas aumenta gradualmente y alcanza su valor inicial acompañado por láminas más largas y más erectas (Lemaire, 1997).

Bajo regímenes severos de defoliación la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares se reduce drásticamente y aumenta la mortalidad de plantas, afectándose en mayor medida el desarrollo de las yemas reproductivas respecto a las yemas vegetativas (Hay y Newton, citados por Olmos, 2004).

En condiciones de pastoreo en áreas rechazadas por el ganado, el ambiente lumínico cambia a medida que la pastura crece, afectando negativamente el crecimiento del trébol blanco. Este cambio podría ser consecuencia de una reducción en la radiación fotosintéticamente activa y la calidad de la luz. Luego de una defoliación en las áreas rechazadas se registró un incremento en la ramificación, en el crecimiento de las yemas axilares y en el número de hojas por rama (Teuber y Laidlaw, 1996).

Un tamaño reducido de planta puede no sólo afectar negativamente la productividad de la misma, sino también su sobrevivencia. Bajo regímenes severos de defoliación, el tamaño de la hoja disminuye y esto puede llevar a una menor eficiencia de la hoja (Brougham, 1956), terminando en un menor tamaño de planta la cual puede ser extremadamente afectada por la competencia de gramíneas en los períodos secos. En trébol blanco a medida que el intervalo de cortes se incrementa, se registra una tendencia a destinar una mayor cantidad de recursos a los estolones que a las hojas (Fisher y Filman, citados por Olmos, 2004). Por su parte Filman y Acuña, citados por Olmos (2004) registraron un área foliar reducida, un menor largo de peciolo y un menor largo de entrenudo cuando se disminuyó la altura de corte. Cargas bajas acompañadas de largos períodos de descanso reducen la densidad del tapiz, al aumentar la altura de las plantas por consecuencia de un alargamiento de los entrenudos. A la inversa, cargas altas y períodos de descanso cortos aumentan la densidad de hojas, principalmente en los estratos inferiores (0-15cm), así como aumenta la cantidad de material muerto (Brancato et al., 2004).

Avendaño et al. (1986) trabajando sobre una pradera naturalizada, encuentra que las gramíneas de porte alto fueron preferidas y defoliadas en

mayor grado durante el pastoreo, lo que estaría dado por su mayor aporte en los estratos superiores. Asimismo no observaron diferencias en la presencia de especies de porte bajo a diferentes presiones de pastoreo, siendo esto un indicativo de su gran adaptación a diferentes tipos de manejo. Estos tratamientos provocaron en consecuencia que la concentración de materia seca en el estrato inferior del tapiz (0-5cm.) representara un 87% para los manejos de mayor intensidad de pastoreo y un 67% para los de menor intensidad.

2.3.4.5 Efectos sobre la persistencia

Cualquier manejo de pastoreo que promueva bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles conducirá a poblaciones ralas y débiles. Esto es explicado porque las reservas de carbohidratos de las plantas son los determinantes de la sobrevivencia de éstas a las bajas temperaturas invernales y las elevadas de fin de primavera (Carámbula, 2002).

Carámbula (2004), sostiene que la vida de una pastura depende del manejo al cual se someta el primer año de vida. Con pastoreos demasiado frecuentes, no se permite a las plantas acumular reservas en órganos subterráneos, lo que provoca la muerte de las mismas cuando llegan épocas donde la humedad de los suelos es insuficiente.

La sobrevivencia de las plantas puede ser afectada según Donaghy y Fulkerson (1998), por cualquier factor que retarde el crecimiento radicular y que como consecuencia afecte negativamente la absorción de agua y nutrientes. Mediante pastoreos severos en época de floración sobre gramíneas perennes, se podrá controlar severamente el desarrollo de las inflorescencias y los efectos nocivos que acompañan este proceso desaparecen, por lo que la pastura se recuperará fácilmente por su continuo macollaje. Esto promueve el crecimiento vigoroso de los macollos vegetativos existentes y la aparición de los nuevos macollos, lo cual permitiría asegurar la sobrevivencia de un número suficiente de ellos a través de sistemas radiculares más amplios, necesarios para garantizar un buen rebrote y un buen potencial para los meses siguientes (Carámbula, 2002).

Los sobrepastoreos en invierno afectarán indefectiblemente el crecimiento de las raíces a fines de esta estación al impedir la previa acumulación de reservas en los órganos más percederos de las plantas. Dicho sobrepastoreo, principalmente a través del pisoteo, no solo afecta la parte aérea de las plantas, sino también sus sistemas radiculares a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. Como consecuencia de esto, se produce una menor aireación y una menor velocidad de infiltración del agua

(Edmond, citado por Carámbula, 2004). A su vez, cuanto más arcilla posean los suelos en su textura, más evidente se presentara la citada compactación al ser estos humedecidos (Carámbula, 2004).

2.3.4.6 Efectos sobre la composición botánica

Heitschmidt (1984) sostiene que la frecuencia e intensidad de pastoreo genera un cambio en la composición botánica, como por ejemplo, sobre la morfología de las especies.

Cambios en la composición botánica debidas a cambios en el manejo del pastoreo son lentos en ocurrir, mientras cambios en la estructura vertical de la pastura son evidentes en menor tiempo (Barthram et al., 1999).

Según Carámbula (2004), la búsqueda de un balance entre gramíneas y leguminosas se basa en que al aumentar la proporción de gramíneas en el tapiz y disminuir la presencia de las leguminosas se producen decrementos en las producciones animales, mientras que al aumentar la contribución de las leguminosas en detrimento de las gramíneas se incrementan las producciones animales, pero con serios riesgos de meteorismo. Un manejo eficiente de la luz a través de la defoliación puede hacer variar las proporciones de las diferentes especies que contribuyen a la pastura. Así, si bien las leguminosas se ven favorecidas con defoliaciones frecuentes, explicado porque estas especies con aéreas foliares menores absorben más energía que las gramíneas; en general estas últimas ven favorecido su crecimiento con defoliaciones poco frecuentes.

Por otra parte, Johns (1974), reportó trabajando con pastoreos aliviados sobre trébol blanco que un incremento de la altura de corte (5-9cm) reducía el contenido de trébol blanco en las pasturas, resultado del incremento en el tamaño del área rechazada por los animales, aumentando el sombreado y reduciendo la ramificación. En cambio con pastoreos más frecuentes, el trébol blanco aumentó su producción.

Gardner et al., citados por Olmos (2004), encontraron que la utilización frecuente del forraje resultó en menores rendimientos de materia seca, mayor invasión de malezas y mayor superficie con suelo desnudo.

2.3.4.7 Efectos sobre la calidad

Conforme avanza el ciclo de vida de las plantas (pasan de estado vegetativo a reproductivo), las hojas, principal componente de calidad, contribuyen en una menor proporción al rendimiento de materia seca digestible. A su vez los tallos e inflorescencias aumentan en forma progresiva, por lo que dado su menor valor nutritivo, la calidad de la pastura desciende (Carámbula, 1997).

Carámbula (2004), sostiene que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas frente a las gramíneas se debería a que las leguminosas poseen menor concentración de pared celular, una digestibilidad más rápida de la materia seca y por consiguiente un menor tiempo de retención de la ingesta que conduce a un mayor consumo. Explicado por la variación en la relación hoja/tallo, producto de los cortes frecuentes, el forraje producido contiene mayores niveles de proteína, extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda que los cortes menos frecuentes.

Con pastoreos o cortes frecuentes se logra mantener la energía bruta de la pastura de forma constante a lo largo de la estación (Langer, 1981).

Según Langer (1981), para obtener mayores rendimientos y de menor calidad son necesarios manejos de pastoreo poco frecuentes e intensos; por el contrario cortes o pastoreos repetidos y aliviados, promueven menores rendimientos pero de mayor calidad.

La manera de lograr que una pastura mantenga una alta calidad durante todo el año, es realizando manejos del pastoreo que favorezcan la presencia de elevados porcentajes de hojas verdes. De esta manera se alcanzarían digestibilidades del orden de 65 a 75%, explicado por la menor proporción de pared celular de las hojas y el alto contenido celular (Munro y Walters, 1986).

2.3.5 Efecto del pastoreo sobre la performance animal

Algunos investigadores sostienen que la carga es la variable más importante en la determinación de la eficiencia de conversión de pasto a productos animales. Sin embargo ha sido difícil poder aislar los efectos que por separado producen la carga y el sistema de pastoreo (Wheeler, 1962).

“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).

Según Almada et al., citados por Leborgne (s.f.), las vacas no aumentan significativamente su producción individual si la presión de pastoreo desciende más allá de la que permite una utilización por pastoreo del 67%.

Mott (1960) sugiere que la ganancia de peso por animal disminuye cuando la carga aumenta. Aumentos en la cantidad de forraje asignado cada 100kg PV/día genera aumentos en la ganancia de peso por animal. La ganancia por hectárea, en cambio, aumenta con disminuciones en la cantidad de forraje asignada cada 100kg PV/día, hasta cierto punto a partir del cual disminuye. La “*capacidad de carga*”, o sea la carga animal óptima que puede soportar la pradera, es la mejor estimación del rendimiento de la misma en términos de número de animales.

A medida que se disminuye la presión de pastoreo hay un aumento en el producto animal, expresado como promedio de aumento diario de peso (Blaser et al., Riewe, citados por Cubillos y Mott, 1969). Esto significa que hay una correlación negativa entre la carga animal y la ganancia por individuo y se debe a que al disminuir la carga aumentan las posibilidades de selección de un forraje de mayor valor nutritivo (Cubillos y Mott, 1969).

Hodgson (1990) sostiene que la relación entre la altura y la producción animal es positiva si se aplica a aquellas pasturas basadas en especies de hábito postrado y alta capacidad de macollaje como las formadas por raigrás perenne y trébol blanco. Vaz Martins y Bianchi (1982) encontraron una relación lineal entre la altura del forraje rechazado y la ganancia diaria de terneros pastoreando una pradera de leguminosas y gramíneas.

También se desprende de estudios realizados sobre la relación planta animales en pastoreo que la estructura de la pastura no altera solamente la productividad de la misma, sino que también determina la utilización del forraje, en conjunto con el comportamiento animal (Hodgson et al., Wade, Peyrault y Gonzalez-Rodriguez, citados por Gastal et al., 2004).

Cuando la disponibilidad de forraje es muy baja, el tamaño de bocado es reducido y los animales se ven obligados a aumentar el tiempo de pastoreo (Freer, 1981). El aumento en la actividad de pastoreo trae como consecuencia un mayor gasto de energía que puede traducirse en diferencias muy

importantes de ganancia de peso, aún con igual consumo de forraje de similar digestibilidad (Sahlu et al., 1989).

Las características del forraje (relación hoja/tallo, porcentaje de material muerto, altura, etc.) determinan la proporción y cantidad del alimento disponible que es consumido por el animal. El animal en pastoreo, dentro del forraje disponible, selecciona generalmente una dieta compuesta principalmente de material verde, aún cuando la disponibilidad del tapiz sea baja (Hudson et al., 1977).

“Los sistemas intensivos de pastoreo fuerzan la ingestión de fracciones con baja digestibilidad, lo que repercute en la producción animal” (Minson, 1983).

Guerrero et al. (1984) encontraron que con asignaciones similares, las pasturas con mayor digestibilidad permiten obtener ganancias diarias más altas.

Las características de la pastura (composición botánica, cantidad, estructura, relación hoja/tallo, estado fenológico, composición química, digestibilidad) afectarán las ganancias de peso a través del efecto que tienen sobre la ingestión total de nutrientes y del gasto de energía del animal para lograr ese consumo.

“Muchas son las experiencias que concluyen la preferencia vacuna por las leguminosas, aún a similares valores de digestibilidad” (Van Soest, 1965).

Algunos autores sostienen que esta preferencia estaría dada por el mayor contenido de proteína cruda y minerales totales de las leguminosas cuando se encuentran en similar estado de madurez que las gramíneas. Asimismo los valores de proteína cruda pueden incrementarse considerablemente mediante fertilización nitrogenada (Marten, 1985).

Al ofrecer al animal pasturas que contengan en cantidades suficientes sus especies y fracciones favoritas, se logran mejores performances, tendencia que es revertida a medida que aumenta la presión de pastoreo. Altas cargas disminuyen la posibilidad de seleccionar las fracciones más apetecidas (Minson 1983, Miñon et al. 1984).

Según Dougerthy, citado por Jamieson y Hodgson (1979), la tasa de consumo de materia seca incrementa hasta asignaciones de aproximadamente 10 kg MS/ 100 kg PV. Posteriores incrementos en la asignación no provocan aumentos en la tasa de consumo. Reducciones en el consumo a bajas asignaciones de forraje resultan de un incremento en la dificultad de prehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979). Si los factores

intrínsecos al animal no son limitantes, la producción por animal y por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas (Allegri, 1982).

Risso y Zarza (1981) encuentran que la ganancia diaria media aumenta a medida que se incrementa la disponibilidad del rechazo hasta un punto por encima del cual los sucesivos aumentos no generan variaciones en la ganancia de peso.

Según Kenneth et al. (1989), la calidad del forraje consumido (proteína cruda, digestibilidad de la materia orgánica) disminuye a medida que avanzan los días de pastoreo o frente a presiones de pastoreo que ofrezcan bajas asignaciones de forraje debido a que la oportunidad de seleccionar es menor.

En estos casos el animal consume plantas enteras, las cuales contienen menor digestibilidad que las fracciones superiores de las mismas, mayores proporciones de material duro con menor digestibilidad que el material joven. Presiones de pastoreo que ofrezcan grandes oportunidades de seleccionar bajo pastoreo continuo o rotativo, generarán mayores producciones animales que presiones de pastoreo que ofrezcan bajas posibilidades de seleccionar (Bryant et al., 1970).

Cuando se utiliza un sistema de pastoreo rotativo, cada vez que los animales entran a una nueva pradera el consumo es alto durante el primer tiempo. En este caso el forraje es altamente seleccionado, pero esta selectividad disminuye a medida que el tiempo transcurre y los animales permanecen en la misma pradera. Al final del período ellos se ven forzados a consumir el forraje más maduro y menos digestible (Cubillos y Mott, 1969).

Cuando la disponibilidad de forraje se vuelve limitante en un sistema de pastoreo en franjas o rotacional, el tiempo de pastoreo puede disminuir (Jamieson y Hodgson, Le Du et. al., Baker et. al, Walker y Heitschmidt, citados por Krysl y Hess, 1993). Jamieson y Hodgson, citados por Krysl y Hess (1993) sugirieron que la disminución del pastoreo asociada a una disponibilidad de forraje limitante puede ser un comportamiento condicional, por el cual los animales balancean la dificultad de prensión del forraje con la anticipación de ser movidos a una nueva pastura. Walker y Heitschmidt, citados por Krysl y Hess (1993) propusieron que una respuesta de comportamiento sería responsable de la disminución del tiempo de pastoreo en sistemas de pastoreo rotacional. El tiempo de pastoreo puede en realidad aumentar durante el primer día en la franja debido a la actividad exploratoria, que puede durar entre 24 y 72 hs (Arnold y Dudzinski, Gluesing y Balph, Anderson y Urquhart, Senft, citados por Krysl y Hess, 1993). La exploración de la parcela nueva puede estar

asociada al pastoreo de búsqueda resultando en mayor tiempo de pastoreo en los primeros días en la parcela (Krysl y Hess, 1993).

2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.4.1 Introducción

El producto animal generado a partir de la pastura depende de la calidad y cantidad del forraje producido, así como de la forma o eficiencia de utilización del mismo, el que a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1964).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de PV por animal y por hectárea. Presiones que permitan una alta disponibilidad de forraje por animal y posibilidad también de realizar pastoreo selectivo, lograrán una mejora en el comportamiento individual comparado a presiones más altas que son las que maximizan la producción por hectárea (Mott, 1960).

2.4.2 Relación entre consumo-disponibilidad-altura

Varios autores coinciden en la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo (Chacon et al., Jamieson y Hodgson, Dougherty et al., Greenhalgh et al., citados por Agustoni et al., 2008). En diferentes trabajos se constató la existencia de una relación positiva entre ganancia de peso vivo y disponibilidad de forraje (Chacon et al., Marsh, Jamieson y Hodgson, citados por Agustoni et al., 2008).

Chilibroste et al. (2005), determinaron sobre una pastura de *Festuca arundinacea* que la carga animal afecta la ganancia diaria de peso vivo, mostrando mejor desempeño aquellos animales que estuvieron sometidos a mayores cargas durante todo el período llegando a ganancias diarias de 1,17 y 1,06 kg/animal/día. Esto se explica a que a mayores cargas los animales acceden a menor cantidad y altura de forraje con inferior porcentaje de restos secos, lo que permite inferir que la estructura de la pastura favoreció un mejor consumo de nutrientes digestibles.

Por lo tanto, podemos afirmar que en cultivos puros de festuca la carga animal repercute en la estructura y en la tasa de crecimiento de la pastura; aumentos en la carga terminan en mayor producción de carne y en una menor

cantidad, altura y proporción de restos secos del forraje (Chilibroste et al., 2005). Contrariamente Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008), trabajando con mezclas de Raigras perenne encontraron una relación negativa entre altas cargas (2% OF) con ganancia individual.

En pasturas en estado vegetativo o estado reproductivo temprano, el tamaño de bocado se incrementa al incrementarse la altura (Arias et al. 1990, Forbes 1998) siendo éste componente principal del comportamiento ingestivo en pastoreo que influye en el consumo (Mursan et al., 1989).

Se ha reportado que alturas bajas en los rechazos presentan una elevada proporción de restos de material muerto y de tallos con alto contenido de carbohidratos estructurales y por lo tanto menor digestibilidad, causando una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales en pastoreo. Como consecuencia de esto los animales que dejan alturas de rechazos menores tendrán menores ganancias de peso vivo que aquellos que se los retire dejando una altura mayor del forraje residual (Blaser et al., Nicol, citados por Bianchi, 1982).

2.4.3 Relación asignación de forraje – consumo

Al aumentar la presión de pastoreo disminuye la selectividad de los animales y hay una reducción en el peso del bocado, por lo que los animales deben aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado durante el día, viéndose igualmente reducido el consumo efectivo y la producción animal. La asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afectan el consumo en pasturas y uno de los más manejables cuando se pretende realizar un manejo de pastoreo (Hodgson, 1984). Según Cardozo, citado por Almada et al. (2007), la dotación juega un rol importante tanto en la utilización del forraje como en la vida productiva de la pastura.

Hodgson (1984), afirma el concepto que el consumo de materia seca disminuye marcadamente cuando la asignación de forraje es menor que el doble del consumo potencial pero no apoya la idea de que el consumo se acerca a un máximo cuando la asignación es tres a cuatro veces mayor al consumo.

Pastoreando al 2,0% de asignación, se obtuvo la ganancia de peso por hectárea más alta, con buenas ganancias por animal. Sin embargo la misma se realizó a un alto costo de la productividad de la pastura, ya que ésta presentó la menor producción de forraje y la mayor proporción de suelo descubierto, producto del alto pisoteo, al finalizar el experimento, lo que compromete su

productividad futura. La utilización de asignaciones entre 4.5 y 6 % permitirían una adecuada ganancia por animal y por hectárea y un buen comportamiento de la pastura que no pondría en riesgo su persistencia futura.

Según Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), la tasa de consumo de materia seca se incrementa hasta asignaciones de aproximadamente 10kg MS/ 100Kg. PV. Posteriores incrementos en la asignación no provocan aumentos en la tasa de consumo. Reducciones en el consumo a bajas asignaciones de forraje resultan de un incremento en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979). Si los factores intrínsecos al animal no son limitantes, la producción por animal y por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas (Allegrí, 1982).

Al aumentar la carga, la ganancia individual disminuye a causa de una menor selectividad del forraje y menor disponibilidad de MS por animal. Sin embargo la producción por hectárea aumenta y la máxima productividad por hectárea se logra con ganancias de peso individuales menores a las que se logran a bajas cargas (Greenhalgh et al., 1966).

Dalley et al. (1999), ha encontrado que aplicando diferentes asignaciones existen cambios en la calidad de lo que el animal consume, debido a una mayor o menor posibilidad de selección. En términos generales a altas asignaciones, Wales et al. (1998), encontraron que los animales seleccionaron consistentemente dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menor nivel de fibra detergente neutro en relación a bajas asignaciones.

El producto animal generado a partir de la pastura depende de la calidad y cantidad del forraje producido, así como de la forma o eficiencia de utilización del mismo, el que a su vez se encuentra influenciado por la proporción de la oferta que es consumida y por su digestibilidad (Raymond, 1964). Una baja producción de carne puede ser consecuencia de una baja calidad o cantidad de forraje consumido debido a un elevado número de animales por unidad de superficie; pero también puede aparecer en condiciones de forraje abundante y alta calidad siendo éste pastoreado a una baja carga (Elizalde, 1999). Por lo tanto, la producción animal es la consecuencia de la producción de forraje, eficiencia de cosecha, calidad del alimento y eficiencia con que ese alimento es convertido en producto animal (Gómez, 1988); en tal sentido el consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990).

La mejora de la producción por hectárea debido a aumentos de la carga animal se puede atribuir a una mejor utilización del forraje producido (Viglizzo,

1981). Parsons et al., citados por Cangiano et al. (1996) proponen que en pasturas pastoreadas intensamente el factor dominante es la disminución en el crecimiento de forraje; en tanto en pasturas pastoreadas con baja intensidad lo que domina es el bajo aprovechamiento del forraje producido, disminuyendo linealmente la utilización del mismo.

Dalley et al. (1999), plantean que la composición de forraje consumido bajo pastoreo puede variar considerablemente de la del ofrecido debido a la selección que los animales muestran respecto a la fracción hoja y también del material verde sobre el muerto. La selección se ve alterada con el tipo de pastura, volumen de forraje pre pastoreo, asignación de forraje y presión de pastoreo.

La respuesta en ganancia de PV por animal frente a variaciones en la presión de pastoreo ha sido descrita de dos formas: a) respuesta decreciente en ganancia de PV frente a nuevos incrementos en la presión de pastoreo (Mott, 1960) y b) relaciones lineales, con disminuciones constantes frente a incrementos uniformes en la presión de pastoreo (Jones y Sandland, 1974).

La relación entre la cantidad de alimento ajustada por animal y la ganancia diaria presentan una relación casi lineal cuando la cantidad de forraje es restringida (Petersen et al., citados por Almada et al., 2007).

En un experimento realizado por Marsh (1979) sobre una pastura de raigrás perenne y trébol blanco se concluyó que trabajando con asignaciones de 3,0, 4,5, 6,0 y 7,5 % del PV, había respuestas lineales en ganancia individual, mientras que trabajando con asignaciones de 5,0, 7,5, 10,0 y 12,5% del PV, las respuestas en ganancia de PV fueron curvilíneas, encontrándose pequeñas respuestas por encima de una asignación del 10,0% del PV.

Por otra parte, Carriquiry et al. (2002), obtuvieron producciones de carne por hectárea de 107 y 83 kg/há para 2,5% y 5,0% de asignación de forraje respectivamente. Bartaburu et al. (2003) a su vez, obtuvieron valores de 214 y 150 kg/ha para 2,5% y 5,0% de asignación respectivamente. Mientras que en el ensayo llevado a cabo por Damonte et al. (2003), se obtuvo una producción de carne de tan solo 93 y 62,2 kg/há para 2,5% y 5,0% de asignación respectivamente. Las diferencias encontradas entre estos experimentos podrían deberse a las mayores GMD y cargas registradas en estos experimentos.

Como contrapartida, Almada et al. (2007) obtuvieron producciones de carne de hasta 1200 kg/há a una asignación del 2,0% del PV, sobre una pradera de primer año de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, que difiere con los experimentos anteriores en el componente gramínea de la

pradera, siendo éste en los anteriores *Festuca arundinacea*. Por otro lado, para las asignaciones de 4,5%, 7,0% y 9,5% del PV, obtuvieron aproximadamente 900, 700 y 500 kg/há de carne respectivamente.

En cuanto a la ganancia por hectárea la mayoría de los investigadores coinciden que la relación entre la producción por hectárea y el aumento en la presión de pastoreo es curvilínea. El modelo lineal predice que valores de ganancia por animal negativos ocurrirán a cargas mayores al doble que la carga óptima a diferencia del modelo de Mott que predice que esto pasará con un 50% más de animales por encima de la carga óptima.

2.4.4 Estrés térmico

El bovino es homeotermo, es decir dentro de un rango de temperaturas no extremas tiene la capacidad de controlar la temperatura de su cuerpo en un medio donde la temperatura es variante. La homeotermia forma parte de la homeostasis del animal; lo que significa la capacidad del cuerpo para mantener condiciones constantes o status de todo el cuerpo (peso corporal, presión sanguínea, temperatura interna, etc.) que se opone a las influencias externas (Cannon, citado por Saravia, 2009).

Como respuesta a condiciones adversas, los animales atraviesan cambios fisiológicos en su organismo. Estos se manifiestan en los requerimientos nutricionales principalmente, al encontrarse el bovino fuera de lo llamado zona de confort. La energía y el agua son los factores más afectados. Estas modificaciones en los requerimientos causados por el estrés vivido, se ven claramente reflejadas en el desempeño productivo (Arias et al., 2008).

El estrés se puede dar por temperaturas altas o bajas extremas. En el caso de ser el calor el factor causante, su severidad va a responder a que temperaturas máximas se lleguen en el correr del día y cuanto más sea la duración que estas tengan por encima de la temperatura crítica máxima. Este estado se puede revertir siempre y cuando en la noche la temperatura sea menor a los 21° C durante 6 a 8 horas. Dada esta situación el animal recupera la normotermia al perder el calor almacenado durante el día (Silanikove, 2000).

Tamminga y Schrama (1998) coinciden con otros autores ya mencionados en que los animales responden con modificaciones en su comportamiento alimenticio a los cambios en su ambiente.

Según varios autores (Castro, García, Lefcourt y Adams, citados por Saravia, 2009), el consumo voluntario diario de alimento se ve disminuido en

respuesta al estrés calórico de los animales, así como sus requerimientos se ven aumentados según el programa NRC (2001). Esto se explica por el incremento en la producción de calor causado por el aumento en la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal (Tamminga y Schrama, 1998). El consumo se ve disminuido, según Philips (2001), sobre todo en lo referido a los alimentos fibrosos debido a la reducción del calor de fermentación a nivel ruminal.

Beede y Collier, citados por Saravia (2009) resumen lo mencionado sosteniendo que *“el estrés calórico puede afectar la nutrición de los animales modificando los requerimientos de nutrientes específicos, afectando los procesos fisiológicos y el metabolismo, o reduciendo el consumo. Al llegar la temperatura cerca o pasar la temperatura crítica máxima el consumo voluntario se ve disminuido, siendo la reducción de consumo de materia seca mayor con dietas en base a forraje. A esto se le agrega que la digestibilidad de los forrajes en verano es menor y llevan a un mayor tiempo de retención. La absorción de nutrientes resultantes de la digestión se verá disminuida por la redistribución del flujo sanguíneo desde el tracto digestivo hacia la periferia para favorecer la termorregulación por conducción y evaporación. Al mismo tiempo la partición de nutrientes es alterada en ganado bajo estrés calórico; se incrementa el recambio de agua y electrolitos, y los requerimientos de mantenimiento, mientras se reducen los niveles de hormona de crecimiento y de tiroxina disminuyendo el flujo energético neto para las funciones productivas. Las diferentes estrategias alimenticias para ayudar a los animales bajo estrés calórico apuntan a mejorar la digestibilidad de las dietas y a aumentar la densidad de los nutrientes y la energía metabolizable. Ejemplos son la reducción de forraje a favor de concentrados, incluir grasa en la dieta, y asegurar la disponibilidad de agua de buena calidad”*.

Castro (1998) observó en condiciones de clima tropical húmedo que el tiempo de pastoreo diurno se veía reducido, a lo que Williamson y Payne, citados por Tamminga y Schrama (1998) acotaron que el pastoreo diurno se ve restringido a la mañana temprano y al final de la tarde donde las temperaturas no son tan altas.

Otro aspecto importante a tener en consideración es el acceso a sombras. Animales en estrés calórico naturalmente la buscan y les ayuda a reducir la carga calórica en un 30 % a 50% (Collier et al., 2006). En condiciones de estrés calórico, cuando no hay sombra, el ganado camina en exceso, acudiendo al bebedero con mayor frecuencia, y como consecuencia reducen su actividad de pastoreo (Arnold y Dudzinski, citados por Saravia, 2009). Según Cruz y Saravia (2008), la sombra natural de arboles no solo proporciona una

disminución de incidencia de radiación sino que también disminuye la temperatura del aire por evaporación de las hojas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Ubicación experimental

El trabajo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3 Km 363. Los datos presentados en este trabajo fueron relevados en el período comprendido entre 28/01/2013 al 7/06/2013 en el potrero 35 (latitud 32°22'30.93"S y longitud 58°3'47.08"O.)

3.1.2 Descripción del sitio experimental

Basados en la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (escala 1: 1.000.000) (Altamirano et al., 1976), el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, perteneciente a la formación geológica Fray Bentos. Como suelos dominantes presenta Brunosoles Éutricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcilloso (limosa). Como suelos asociados se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos, de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

3.1.3 Antecedentes del área experimental

La mezcla en la que se trabajó fue sembrada el 30 de mayo del 2010, fertilizada a la siembra con 150 kg/ha de 7-40-0, sobre un rastrojo de soja con un tiempo de barbecho de 40 días de haber aplicado 5 l/ha de glifosato (480 g IA).

La mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, con una densidad de siembra de 15 kg/ha, *Trifolium repens* cv. Zapicán con una densidad de 2 kg/ha y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel 8 kg/ha.

La gramínea fue sembrada en la línea a una profundidad de 1cm, mientras que las leguminosas fueron sembradas al voleo.

En el período de estudio no se realizaron fertilizaciones ni aplicaciones de herbicidas.

3.2 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consisten en 3 dotaciones distintas (0,87, 1,52 y 2,17 animales/ha), utilizándose 3 bloques al azar. Cada bloque se pastoreaba con 21 novillos Holando (4, 7, y 10 novillos por tratamiento) de 354 kg de PV promedio al inicio del experimento. Los mismos rotaban aproximadamente cada 10 días siendo el criterio de cambio de parcela cuando la altura del remanente de alguna de las parcelas llegaba a 7-10 cm.

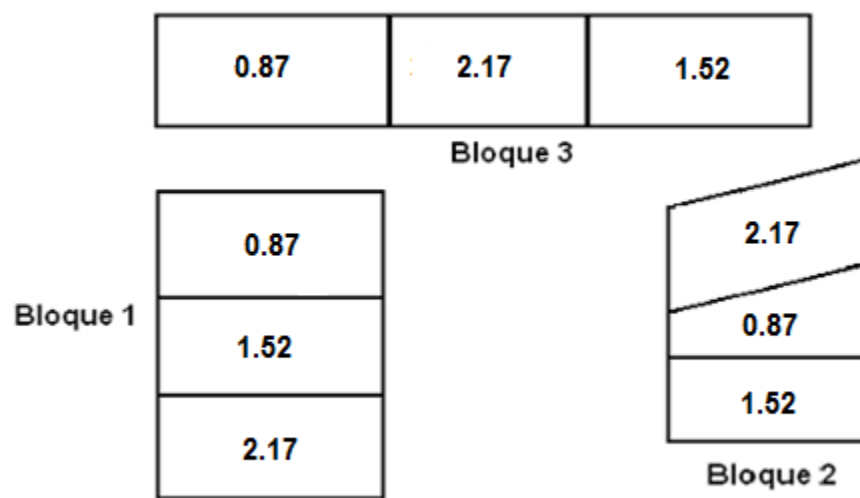


Figura No. 1. Croquis del área experimental, con la disposición de los bloques y los tratamientos.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental corresponde a bloques completos al azar. El área de estudio abarca 13,8 hectáreas en su totalidad. Al bloque 1 le corresponden 8,2 ha, 2,6 ha al bloque 2 y 3,0 ha al bloque 3. Cada bloque se divide en 3 parcelas, obteniendo una totalidad de 9 parcelas.

3.4 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se determinó la producción de forraje, el porcentaje de malezas, la composición botánica, porcentaje de suelo descubierto y la evolución de peso

de los animales, determinándose de esta manera la ganancia total que tuvieron en el período y la ganancia diaria de los mismos, en función de los distintos tratamientos.

3.4.1 Variables determinadas

3.4.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca

La disponibilidad se determinó como la cantidad de forraje (kg/ha) que presenta la parcela antes de ser pastoreada, más el crecimiento de la pastura durante el período de pastoreo.

El remanente es definido como la cantidad de forraje (kg/ha) disponible luego de finalizado el pastoreo.

Para obtener los mismos se realizó la técnica del doble muestreo relacionando forraje disponible con la altura de la pastura. Para ello se realizaron 18 cortes por parcela previos o posterior según correspondiera, registrándose 3 alturas en diagonal en un rectángulo de 0,2 x 0,5 m y procediendo luego al corte del mismo. Posteriormente se determinó la materia seca de cada uno mediante secado en estufa a 60°C durante 48 hs en el laboratorio. Con estas determinaciones, junto con la altura del forraje disponible o remanente, se procedió a realizar una regresión para determinar la ecuación, el coeficiente de determinación y probabilidad. El promedio de altura descripto en el ítem siguiente fue utilizado en la ecuación de biomasa área y altura para determinar el forraje disponible y remanente.

3.4.1.2 Altura del forraje disponible y del remanente

La altura del forraje disponible se refiere a la altura promedio (cm) del forraje en la parcela antes del pastoreo y la altura del remanente se refiere a la altura promedio (cm) del forraje en la parcela una vez culminado el mismo.

La determinación de ésta, tanto para forraje disponible como remanente, se llevó a cabo tomando 30 medidas de altura, en centímetros, en cada parcela. La misma se midió tomando tres puntos de cada cuadrante y realizando un promedio de los mismos, siendo el punto registrado en cada caso el más alto de la pastura que toca la regla.

3.4.1.3 Forraje desaparecido

Se calculó como la diferencia entre los kg de materia seca disponible y remanente. Es decir que se refiere a la cantidad de materia seca desaparecida durante el pastoreo.

3.4.1.4 Forraje producido

El forraje producido es considerado como la diferencia entre el forraje disponible del pastoreo actual ajustado por el crecimiento durante los días de pastoreo menos el forraje remanente dejado en el pastoreo anterior.

3.4.1.5 Porcentaje de forraje desaparecido

Es la cantidad de forraje desaparecido en relación a lo que había disponible. Se calculó como la relación entre materia seca desaparecida y el forraje disponible antes del pastoreo.

3.4.1.6 Tasa de crecimiento

Es la cantidad de materia seca que se produce por día (kg/ha por día) en el período entre dos pastoreos. Se calculó como la diferencia entre la cantidad de materia seca que hay disponible previo al ingreso a pastoreo y la cantidad de materia seca del remanente del pastoreo anterior, resultado que se divide entre los días en que dicha pastura no fue pastoreada.

3.4.1.7 Composición botánica del disponible y del remanente

Es el aporte porcentual de biomasa de las diferentes especies sembradas y malezas en general en el momento del muestreo, tanto del disponible previo al pastoreo como del remanente.

Para la determinación de la composición botánica se usó el método botanal (Tohill et al., 1978), a los efectos de determinar las especies que se encontraron y su contribución.

Para este diagnóstico se realizaron 30 mediciones por parcela utilizando los rectángulos de 0,2 x 0,5 m (los mismos que se utilizaron para determinar la cantidad de materia seca disponible y remanente). En primer lugar se determinó el porcentaje de suelo descubierto y luego lo que representó el material verde. Se estableció por separado el aporte de biomasa porcentual de cada especie componente de la mezcla y el de malezas.

3.4.1.8 Peso de los animales

Se determinó en 3 oportunidades mediante el uso de la balanza electrónica por la mañana, con los animales en ayuno. Con fecha 4 de febrero del 2013 se realizó la primera pesada, la segunda se efectuó el 8 de abril del mismo año y la última fue el 27 de mayo del 2013.

3.4.1.9 Ganancia de peso diario

Es la ganancia de peso diario por animal (kg/animal/día) promedio para todo el período de pastoreo o para cada estación (enero-febrero en el período estival y marzo-mayo en el período otoñal).

Esta se calculó dividiendo la variación de peso vivo (PV) durante todo el período experimental (peso vivo final- peso vivo inicial) sobre la duración del período de pastoreo, expresado en número de días. El mismo se realizó para los períodos estival y otoñal.

3.4.1.10 Producción de peso vivo por hectárea

Son los kg de PV producidos por hectárea durante todo el período de pastoreo. Para la situación experimental, se calculó mediante la ganancia total de peso en el período de pastoreo obtenido de cada tratamiento por separado, dividiéndolo por la superficie de cada tratamiento. De esta forma se obtuvo la producción por hectárea de cada tratamiento.

3.5 HIPÓTESIS

3.5.1 Hipótesis biológica

Existe efecto de la dotación animal en la producción de forraje, en la utilización, composición botánica de la pastura y en el desempeño animal.

3.5.2 Hipótesis estadística

$$H_0: t_1 = t_2 = t_3 = 0$$

Ha: Existe algún tratamiento distinto a cero.

3.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de varianza entre tratamientos mediante el paquete estadístico INFOSTAT. En el caso de existir diferencias entre tratamientos se estudiarán las mismas mediante análisis de media a través de LSD Fisher con una probabilidad del 10%.

3.6.1 Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Siendo:

Y= corresponde a la variable de interés.

μ = media general.

t_i = efecto de la i-ésima tratamiento, $i= 1,2,3$.

β_j = efecto del j-ésimo bloque, $j= 1,2,3$

ξ_{ij} = error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se presentan los registros de precipitaciones y temperaturas medias correspondientes al período enero-junio, comparando los promedios de la serie histórica entre 1980 y 2009 con los datos del año del experimento (2013).

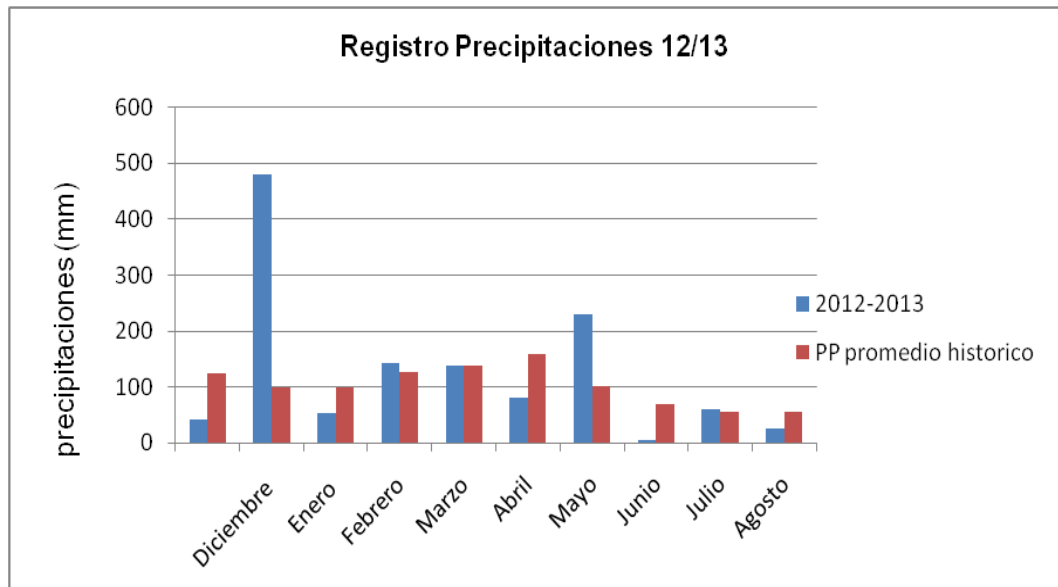


Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico entre 1980 y 2009.

Como se observa en la Figura 2 existen diferencias entre la serie histórica y el período experimental. En los meses de diciembre y mayo se registraron precipitaciones superando la serie histórica. En los meses de enero, abril y junio las precipitaciones estuvieron por debajo de la serie histórica, mientras que en los meses de febrero y marzo los registros coinciden.

En el siguiente cuadro se presenta el balance para el período estivo-otoñal.

Cuadro No. 1. Balance hídrico para el período estivo-otoñal.

Meses	pp (mm)	ET (mm)	Alm. Suelo	Balance
Diciembre	480	154	70	325
Enero	124	155	0	-31
Febrero	143	123	70	19
Marzo	137	110	70	27
Abril	161	90	0	71
Mayo	230	52	70	179
Junio	5			

En el mes de enero se observa un déficit hídrico, lo que podría afectar la producción de forraje estival. En diciembre por el contrario se registran elevadas precipitaciones, observándose un superávit hídrico. Para los siguientes meses de verano el balance fue positivo. En los meses de otoño el balance también fue positivo.

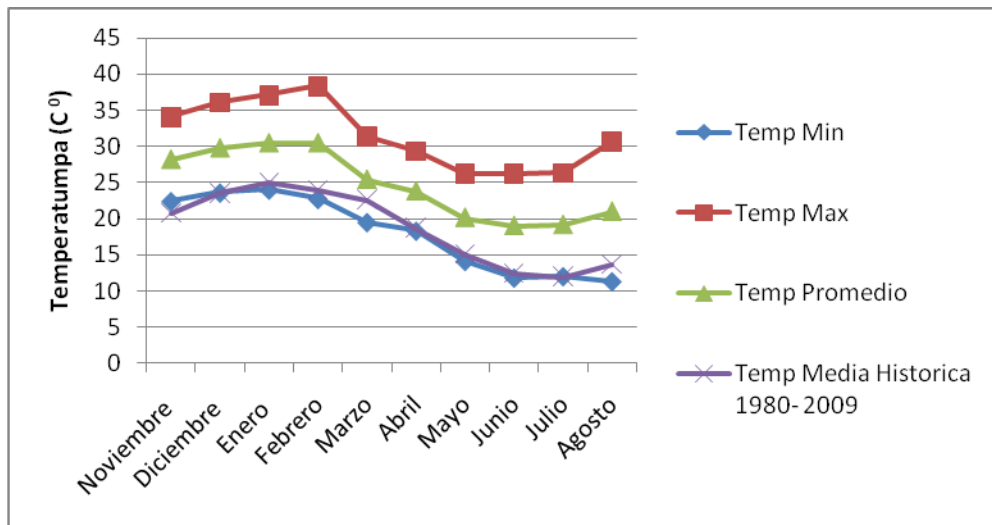


Figura No. 3. Registro de temperaturas medias durante el ensayo comparado con la serie histórica.

Como se puede observar en la figura anterior la temperatura media durante el período de estudio fue superior a la temperatura registrada como media histórica para todos los meses de año.

Según Carámbula (2002), las especies con metabolismo tipo C3 como *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, tienen buen desarrollo con temperaturas de 15 a 20°C. Durante el período mayo – agosto en la serie histórica se registran temperaturas por debajo del óptimo, mientras que en el período en estudio se encuentran en el óptimo para el desarrollo de las especies. Para el período noviembre – marzo se observa un registro de temperaturas de 5°C por encima de la media histórica y una diferencia aun mayor con las temperaturas óptimas mencionadas por Carámbula (2002).

La temperatura pudo haber perjudicado las especies sembradas porque superó el rango óptimo para el crecimiento de las mismas, mientras tanto el balance hídrico para las especies sembradas no fue limitante para su desarrollo. Sin embargo la combinación del régimen hídrico y temperaturas pudo haber favorecido a las malezas C4 al no registrarse déficit hídrico pero si una mayor temperatura. Según Albano et al. (2010), las altas temperaturas provocaron una depresión del crecimiento de las especies sembradas reduciendo su capacidad de competencia frente a las malezas.

4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1 Forraje disponible

Se presentan a continuación los datos de cantidad y altura de forraje disponible promedio para cada tratamiento.

4.2.1.1 Cantidad de forraje disponible

En el siguiente cuadro se presenta el forraje disponible promedio durante el período experimental.

Cuadro No. 2. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha MS de cada tratamiento.

Dotaciones	Disponible kg/ha MS
2,17	1705 A
1,52	1816 A
0,87	2192 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Se observa en el cuadro anterior que no existen diferencias significativas en la disponibilidad de forraje para los tratamientos de mayor dotación, diferenciándose éstos con el tratamiento de menor dotación, siendo mayor el forraje disponible en este último.

Las diferencias observadas en disponibilidad de forraje entre los tratamientos con mayor dotación y el de menor dotación son esperables, ya que según Smethan (1981) una baja dotación en comparación a una alta, determina que más meristemas escapen de la defoliación, existiendo una mayor área fotosintética y una mayor acumulación de reservas para que se produzca el rebrote de manera más rápida.

Los tratamientos de mayores dotaciones de forraje (2,17 y 1,52) no presentaron diferencias entre sí, lo cual podría explicarse por las similares condiciones para el rebrote que presentó la pastura luego de los pastoreos en dichos tratamientos. Dichas condiciones podrían estar dadas por la menor área foliar que queda luego del pastoreo, dado que el período de descanso fue igual. Determinó una menor capacidad para producir fotoasimilados que el tratamiento de menor dotación. Por lo tanto las plantas dependen en mayor medida de las reservas de carbohidratos para el rebrote.

El tiempo de recuperación de la pastura puede ser otro de los factores que incidieron en la disminución de la disponibilidad de estos tratamientos, ya que no sería suficiente para que las plantas alcancen un crecimiento adecuado que permita acumular reservas de carbohidratos, lo cual es indispensable bajo pastoreos intensos que dejan menor área foliar remanente.

4.2.1.2 Evolución del forraje disponible

A continuación, en la siguiente figura se presenta la evolución del forraje disponible al inicio de cada pastoreo.

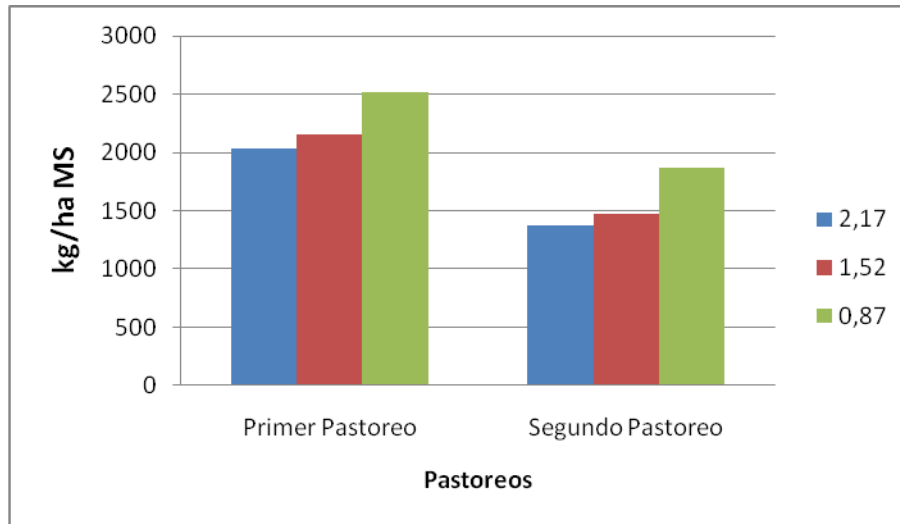


Figura No.4. Evolución del forraje disponible (kg/ha MS) al inicio de cada pastoreo.

En la gráfica anterior se observa que la materia seca disponible disminuye en el segundo pastoreo con respecto al primero. Se puede observar una similar caída de la disponibilidad de forraje entre el primer y segundo pastoreo independientemente del tratamiento.

Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Agustoni et al. (2007) trabajando sobre una pradera de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, bajo distintas asignaciones de forraje, quienes encontraron que en los tratamientos de mayor intensidad de pastoreo (asignación de forraje 2% y 4,5%), luego del primer pastoreo se detecta una marcada disminución en el forraje disponible. Esto podría estar explicado porque las condiciones ambientales tuvieron mayor peso que los inherentes a los tratamientos, o por distintos tiempos de rebrote en ambos pastoreos. En este sentido, las condiciones climáticas para ambos pastoreos fueron muy similares, salvo que en el mes de diciembre hubo un balance hídrico muy positivo dado las mayores precipitaciones. Por lo que, se puede asumir que la principal diferencia que explica la disminución de forraje en el segundo pastoreo es el tiempo de descanso, ya que el primer pastoreo tiene más días de recuperación y logró acumular mayor cantidad de forraje. Además, los animales al inicio del experimento eran más livianos, por lo tanto el consumo de materia seca por animal es menor.

4.2.1.3 Altura de forraje disponible

A continuación se presentan los datos de altura del forraje disponible promedio para los distintos tratamientos.

Cuadro No. 3. Altura promedio del disponible en centímetros en función de la dotación (animales/ha).

Dotaciones	Altura Disponible (cm)
2,17	17 A
1,52	19 B
0,87	21 C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Se observan diferencias significativas en la altura promedio de los disponibles para los diferentes tratamientos. Se obtuvieron mayores alturas en los tratamientos con menores dotaciones. Según Hodgson (1986), la altura de forraje está relacionada con la cantidad de materia seca disponible. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Olmos (2004), Velasco (2005), Almada et al. (2007), donde los tratamientos que presentaron una mayor altura disponible al inicio del pastoreo fueron los de menor dotación.

Contradiendo a lo mencionado anteriormente los tratamientos de mayor dotación (1,52 y 2,17 animales/ha) no mostraron diferencias significativas en la disponibilidad de forraje, teniendo una mayor altura el tratamiento de 1,52 animales/ha. Este comportamiento puede estar dado por una distinta distribución de forraje acumulando mayor cantidad de forraje en los estratos inferiores el tratamiento de mayor dotación. Esto coincide con lo mencionado por Stobbs (1973), Milne et al. (1982), quienes sostienen que cargas altas y períodos de descanso cortos aumentan la densidad de hojas, principalmente en los estratos inferiores (0-15 cm), así como aumenta la cantidad de material muerto.

Las alturas de disponible obtenidas se encuentran dentro del rango de 15-20 cm recomendado por Zanoniani et al. (2006), lo que permite recuperar el área foliar y el estado de la pastura, amortiguando el efecto de las intensidades de defoliación.

En el siguiente gráfico se presenta la relación entre la materia seca disponible en función de la altura disponible.

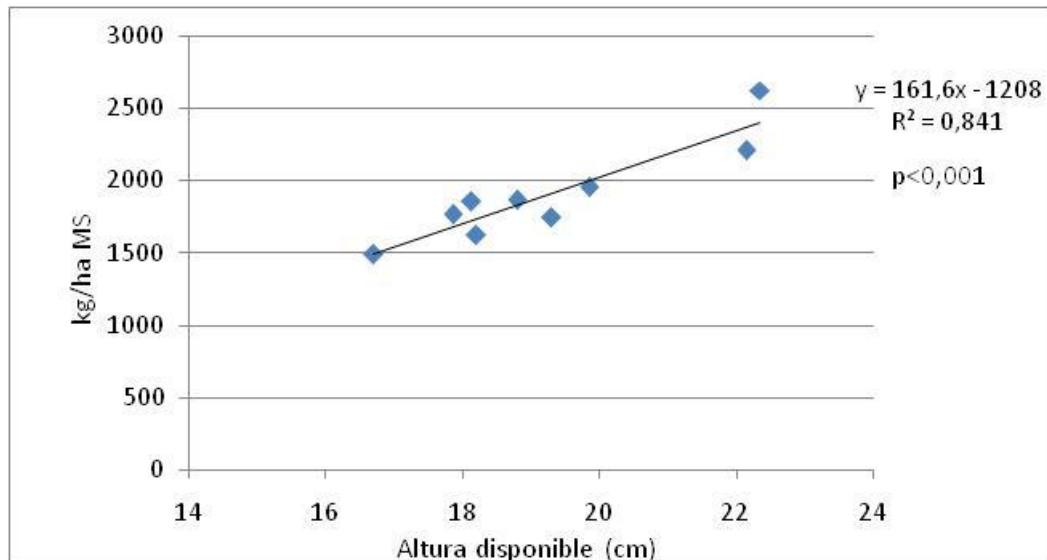


Figura No. 5. kg/ha MS disponible en función de la altura disponible.

Como se observa en la Figura 5, la altura del disponible y los kg de materia seca muestran una correlación de 0,84 con una tendencia lineal positiva. La altura previa al pastoreo presentó similares tendencias a las mostradas con el forraje disponible; siendo mayores tanto la altura como la disponibilidad con bajas dotaciones.

La respuesta al incremento de 1 cm en la altura del disponible es de 161,6 kg/ha MS. Este valor es marcadamente superior al obtenido por Folgar y Vega (2013) trabajando sobre la misma mezcla en el período invierno-primaveral, que es de 68,9 kg/ha MS. Por otra parte son similares con los obtenidos por Abud et al. (2010), quienes reportaron un incremento de 174 kg/ha de MS evaluando mezclas forrajeras en el período estivo-otoñal.

Este marcado incremento se puede explicar por una mayor proporción de gramíneas tipo C4, ya que según Carámbula (1996) estas presentan mayor potencial de producción de materia seca y porcentaje de carbohidratos estructurales.

4.2.2 Forraje remanente

A continuación se presentan los valores de forraje remanente, altura remanente luego del pastoreo para cada tratamiento, y la evolución del remanente.

4.2.2.1 Cantidad de forraje remanente

Como se observa en el cuadro siguiente los distintos tratamientos no presentaron diferencias significativas en cuanto a los kg/ha MS promedio de forraje remanente.

Cuadro No. 4. Remanente promedio de forraje en kg/ha MS de cada tratamiento.

Dotaciones	Remanente kg/ha MS
2,17	949 A
1,52	981 A
0,87	1037 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Estos resultados no son los esperados ya que según Carámbula (2004) *“Con referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura del 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 una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente”*, por lo que es de esperar un menor remanente en aquellos tratamientos que presentaron una menor disponibilidad, siendo estos los de mayor dotación (2,17 y 1,52 UG/ha).

Los resultados del cuadro anterior pueden estar explicados porque en el tratamiento de menor carga hay una mayor tasa de senescencia y un mayor efecto del pisoteo dado por la mayor búsqueda y selectividad que realizan.

4.2.2.2 Evolución del forraje remanente

Se presenta a continuación la evolución del remanente de los distintos tratamientos luego del pastoreo.

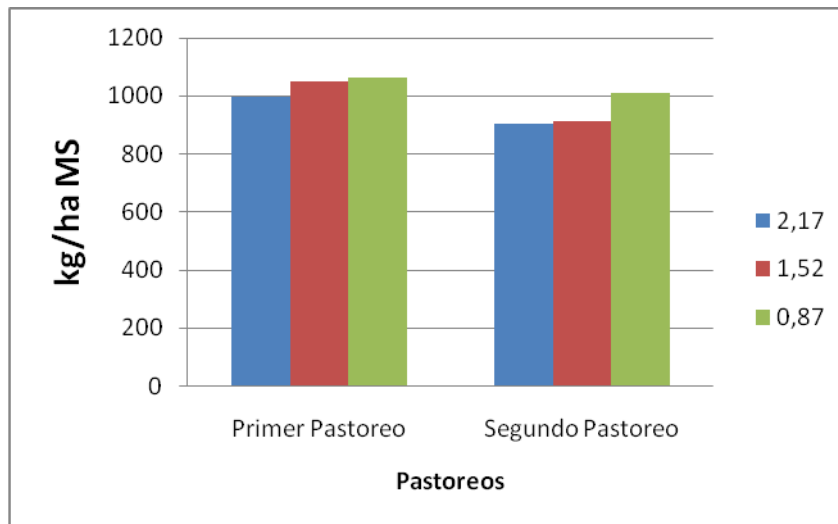


Figura No. 6. Evolución del remanente de forraje (kg/ha MS) para los distintos tratamientos, durante el período experimental.

En la gráfica anterior se observa que el forraje remanente disminuye en el segundo pastoreo con respecto al primero. Se puede observar una caída del forraje remanente entre el primer y segundo pastoreo independientemente del tratamiento.

La evolución del forraje remanente obtenida por Cabrera et al. (2013), se asemeja a los de este experimento, 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 voluntad y parte del forraje ofrecido queda como excedente.

Los resultados obtenidos por Abud et al. (2011), quien trabaja a una carga constante con 10 novillos por tratamiento no coinciden con los de este experimento ya que poseen una carga total mayor y un remanente mayor. Bianchi et al. (2012) también trabajando a una carga constante mayor, logran remanentes menores a los obtenidos en este experimento.

Estos resultados coinciden con Carámbula (2004) ya que el rendimiento de cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), está dado por la altura del 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 una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente. Además es muy importante que el rastrojo que se deje sea

realmente eficiente. Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con porcentajes mínimos de mortandad, lo cual compensa temporariamente eventuales índices de área foliar (IAF) bajos.

4.2.2.3 Altura forraje remanente

A continuación se presentan los datos de altura del forraje remanente promedio para los distintos tratamientos.

Cuadro No. 5. Altura promedio del remanente en centímetros en función de la dotación (animales/ha).

Dotaciones	Altura Remanente(cm)
2,17	10 A
1,52	12 B
0,87	12 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Como se observa en el cuadro anterior, no existen diferencias significativas entre los tratamientos de dotaciones 1,52 y 0,87 animales/ha, diferenciándose estos del tratamiento del de mayor dotación (2,17 animales/ha). El rango obtenido se encuentra dentro de lo recomendado, ya que según Zanoniani (1999), una altura óptima de remanentes de pastoreo es difícil de determinar, pero en especies de mayor productividad, alturas superiores a 5 cm y cercanas a 7-10 cm en primavera verano no limitan la productividad de la pastura.

Los resultados obtenidos en este trabajo coinciden con los obtenidos por Cabrera et al. (2012), ya que existen diferencias significativas entre el tratamiento de alta dotación con respecto a los de baja, observándose una tendencia al aumento de altura a medida que disminuye la dotación.

La altura del remanente obtenida por Bianchi et al. (2012) no coincide con los datos obtenidos en este experimento, siendo las primeras menores a las recomendadas por Zanoniani (1999).

Los datos obtenidos son superiores en 3 a 5 cm a los presentados por Agustoni et al. (2008), Abud et al. (2011), Folgar y Vega (2013) quienes no

encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos y similares a los presentados por Almada et al. (2007) para similares dotaciones.

Además se debe tener en cuenta que si bien la altura puede ser similar, la estructura es distinta ya que menores cargas promueven pasturas más erectas con menor acumulación de biomasa en estratos inferiores. Esta variación en la estructura fue señalada por Fernández y Nava (2008) quienes expresan que con pastoreos intensos se promueve el desarrollo de un tapiz chato "*contra el suelo*" como respuesta de las plantas para escapar al pastoreo. Además con pastoreos intensos hay mayor macollaje y por lo tanto mayor número de macollos. Considerando que la densidad en peso de los macollos es mayor en la base de las plantas, esto explicaría que el mayor porcentaje de materia seca se encuentra en el estrato inferior en las asignaciones más bajas.

En el siguiente gráfico, se muestra la relación existente entre la altura de forraje remanente y los kg/ha MS.

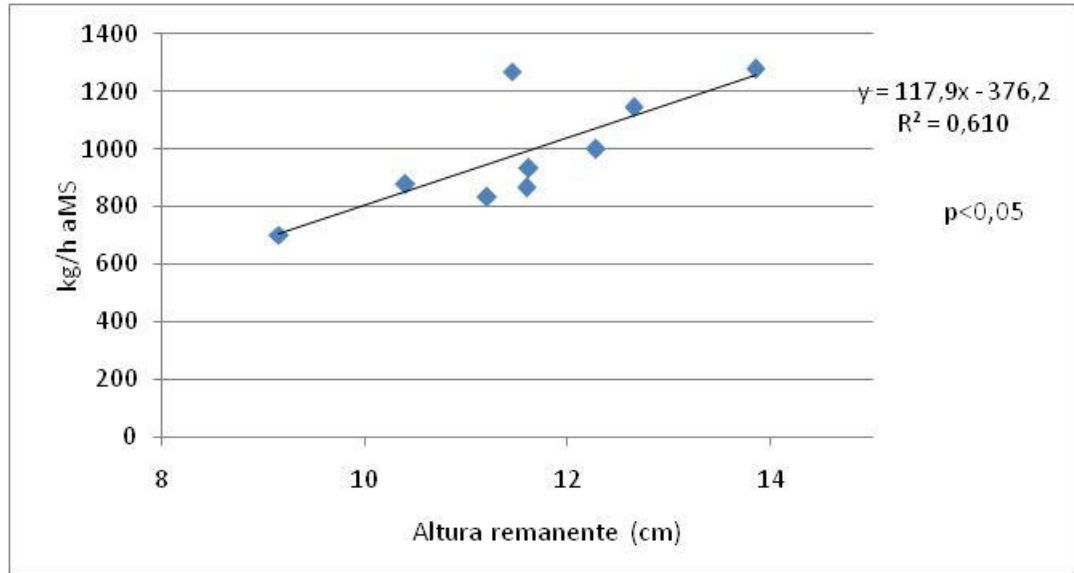


Figura No. 7. kg/ha de MS remanente en función de la altura remanente en cm.

El remanente de materia seca tiene una respuesta lineal con la altura de cosecha de forraje. Por cada incremento de 1 cm de materia seca remanente se obtienen 117 kg/ha MS.

Los resultados son similares a los obtenidos por Folgar y Vega (2013) trabajando sobre la misma mezcla de tercer año en el período invierno-primaveral, quienes obtuvieron 114 kg/ha MS por cada cm de materia seca remanente.

Sin embargo si comparamos la relación del remanente con la del disponible vemos que es un 72% inferior el peso de MS/cm. Estos resultados se contradicen con los obtenidos por Folgar y Vega (2013) quienes encontraron una relación de remanente con la del disponible 60% superior en el peso de materia seca por cm, explicado por dichos autores debido a que el remanente tiene mayor densidad en el estrato inferior al estar compuesto por una mayor relación de vaina tallos y resto secos, mientras que la materia seca del disponible presenta una mayor proporción de láminas y folíolos. Esto coincide con lo mencionado por García (1995) que expresa que las pasturas en general y las de mayor edad en particular tienen mayor densidad en el estrato inferior, así como mayor % de MS, y menor digestibilidad.

Los diferencias con el presente trabajo pueden ser debidas a que los estudios de Folgar y Vega (2013) fueron realizados en una pradera de tercer año y en el período invierno-primaveral. Por lo que es de esperar variaciones en el número de plantas, porcentaje de suelo descubierto y enmalezamiento. En este sentido, en este trabajo se encontró menor número de plantas, más suelo descubierto y enmalezamiento, lo cual repercute en una menor cantidad de biomasa en los estratos inferiores.

4.2.3 Forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se presentan los datos obtenidos de la cantidad de forraje desaparecido en cada tratamiento.

Cuadro No. 6. Forraje desaparecido en kg/ha MS

Dotaciones	Forraje desaparecido kg/ha MS
2,17	756 A
1,52	835 AB
0,87	1156 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Como se observa en el cuadro existen diferencias significativas entre el tratamiento de mayor y menor carga, siendo mayor el forraje desaparecido en el tratamiento de menor carga.

Estos resultados pueden estar explicados porque, según Parsons et al. (1983) el forraje desaparecido no está compuesto solamente por lo consumido por los animales, ya que hay material senescente. Cuando las dotaciones son elevadas el forraje desaparecido es explicado por el consumo animal, como en el caso del tratamiento de mayor dotación. Mientras tanto cuando las cargas son bajas el forraje desaparecido se explica por el consumo y el material senescente (Hodgson, citado por Carámbula, 2004).

A menor dotación, la cantidad de forraje ofrecido al animal excede ampliamente su consumo, lo cual trae como consecuencia un aumento en la cantidad de forraje senescente (Muslera y Ratera, 1984). La mayor cantidad de tejido senescente es explicado porque las hojas superiores ejercen sombreado sobre las inferiores, alterando la calidad de luz que llega a los niveles más bajos de la pastura (Thomas y Stoddart, 1980). Además muchas hojas cumplen su vida media antes del siguiente pastoreo (Colabelli et al., 1988).

4.2.4 Porcentaje de forraje desaparecido del disponible

A continuación se presenta el porcentaje de utilización para las distintas dotaciones.

Cuadro No. 7. Porcentaje de utilización total en función de los distintos tratamientos.

Dotaciones	% Utilización
2,17	42,7 A
1,52	44,5 A
0,87	51,4 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Como se observa en el cuadro anterior, para las distintas dotaciones el porcentaje de utilización no tuvo diferencias significativas.

Estos datos no concuerdan con lo mencionado por Gastal et al., citados por Almada et al. (2007), que a mayor oferta de forraje es menor el porcentaje de utilización, ya que los animales tienen mayor posibilidad de selección de forraje de mayor calidad. Como se explicó anteriormente no todo el forraje desaparecido es consumido, ya que parte del desaparecido son pérdidas de tejido senescente y otra parte es explicada por el pisoteo.

Albano et al., citados por Bianchi et al. (2012), registra bajo una asignación de forraje de 3,5% una utilización de 53% pastoreando frecuentemente y del 65% pastoreando con menor frecuencia.

Los resultados presentados por Agustoni et al. (2008) muestran una tendencia similar a la anteriormente mencionada, presentando porcentajes de utilización de un rango de 65 a 45 %, manejando asignaciones de forraje entre 2 y 9,5% de PV.

Los resultados obtenidos coinciden con los presentados por Folgar y Vega (2013), quienes tampoco encontraron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Según Folgar y Vega (2013) la principal explicación de estos resultados se debe al manejo de la defoliación, ya que todos los tratamientos cambian de bloque en forma conjunta cuando se alcanzan alturas remanentes aproximadas de 5 cm en el tratamiento de mayor dotación, siendo en nuestro caso 7-10 cm. Esto no permitió lograr diferentes porcentajes de utilización entre los tratamientos.

A su vez los resultados obtenidos por Bianchi et al. (2012), concuerdan con los de este experimento (42,7% hasta 51,4%), obteniendo un porcentaje de utilización de 45%.

4.2.5 Producción de materia seca

4.2.5.1 Tasa de crecimiento

A continuación se presentan los resultados para la variable tasa de crecimiento total para el período de estudio.

Cuadro No. 8. Tasa de crecimiento total para el período experimental en función de los distintos tratamientos.

Dotaciones	Producción de Forraje Acumulado kg/ha MS	Tasa de Crecimiento kg/ha MS/día
2,17	2605 A	19,9
1,52	2699 A	20,6
0,87	3709 A	28,3

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Como se muestra en el cuadro anterior no se aprecian diferencias significativas en la tasa de crecimiento entre las distintas dotaciones para el total del período de estudio.

Los resultados obtenidos no coinciden con los expuestos por Brougham (1956), Smethan (1981), Muslera y Ratera (1984), Formoso (1996), Carámbula (2010). Según Smethan (1981) con menor dotación es esperable una mayor tasa de crecimiento por una mayor velocidad de rebrote, lo que determina un menor período de tiempo hasta el IAF óptimo y por lo tanto más días con tasas de crecimiento máximas antes de la defoliación en comparación a mayores dotaciones.

Con menores dotaciones es esperable una menor tasa de crecimiento ya que según Langer (1981), el rebrote depende no solo de la capacidad fotosintética del remanente, sino también de las reservas de carbohidratos que posean las plantas, existiendo una interacción entre ambos factores.

En casos donde el remanente luego del corte es bajo (bajas asignaciones), el rebrote depende principalmente de las reservas de

carbohidratos, de manera que la producción de materia seca se ve limitada. Si la intensidad de pastoreo es tal que provoque la disminución de la producción de fotoasimilados, no se destina lo suficiente para mantener el sistema radicular activo, retardando el crecimiento del mismo, con lo cual se perjudica el crecimiento de toda la planta. Esto último afecta negativamente la producción ya que muchas plantas, al ser más débiles, mueren ante situaciones adversas o son arrancadas por los animales durante el pastoreo, lo cual es coincidente con Donaghy y Fulkerson (1998).

Los resultados presentados coinciden con los expuestos por Folgar y Vega (2013), quienes tampoco encontraron diferencias significativas en relación a la tasa de crecimiento para los distintos tratamientos.

Estos resultados son esperables ya que según Harris (1978) el rebrote de la pastura luego de la defoliación está condicionado por el tejido fotosintético residual, carbohidratos y otras reservas, la tasa de crecimiento de las raíces y la absorción de nutrientes y agua y la cantidad y actividad de los meristemas que sobrevivieron, dependiendo de la especie. Esto explica que la tasa de crecimiento dependerá del forraje remante. Al no existir diferencias significativas entre la cantidad de forraje remanente entre los tratamientos tampoco se presentan diferencias en las tasas de crecimiento.

Por otra parte, debido al sombreado que provocó el estrato superior del forraje con disponibilidades altas, el área foliar remanente luego del pastoreo está constituida por hojas viejas y parcialmente descompuestas, por lo que su valor como área fotosintética es bajo. La mayor cantidad de material senescente también afectó la producción debido a que las hojas maduras, a medida que envejecen, pierden eficiencia en transportar fotoasimilados hacia las hojas nuevas, concordando con lo establecido por Carámbula (2002). De esta manera, la eficiencia fotosintética del forraje disminuye impidiendo que se siga acumulando forraje verde.

4.2.5.2 Producción de forraje

A continuación se presenta la producción de forraje por estación y como total del período experimental por tratamiento.

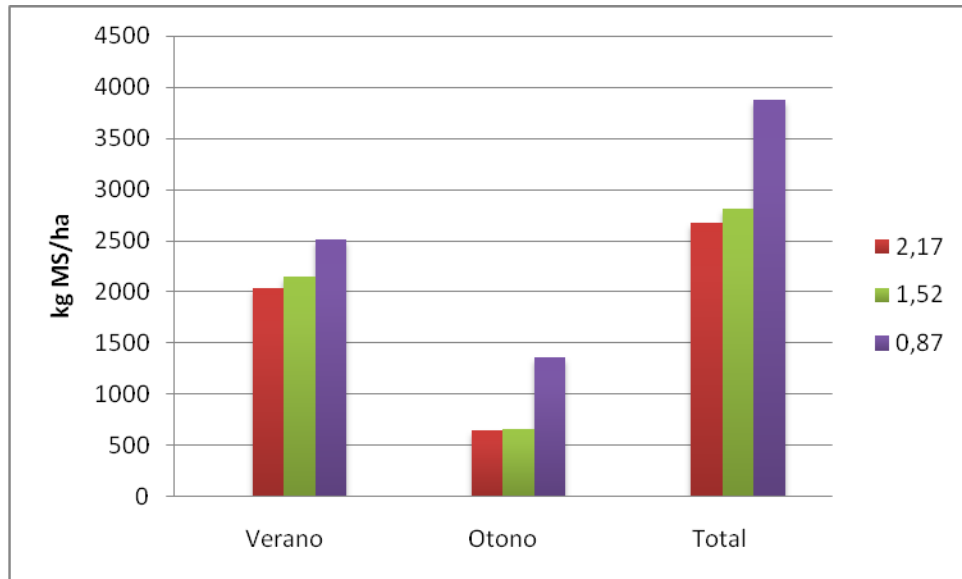


Figura No.8. Producción de forraje por estación y total de período experimental por tratamiento.

La producción de materia seca total se ubicó en el rango de 2600 kg/ha MS y 3800 kg/ha MS, para el período de estudio.

Hay una marcada disminución de forraje en el período otoñal. Esto se puede explicar en parte a que la producción de forraje obtenida también incluye lo producido por las malezas (principalmente gramíneas anuales-perennes de vida corta estivales C4). Las mismas son *Digitaria sanguinalis*, *Setaria geniculata*, *Echinochloa colona*, que se encuentran al final de su período de crecimiento al ser estivales, por lo cual acumulan menos biomasa al disminuir las temperaturas.

Además al comienzo del experimento los animales eran más livianos y por lo tanto tenían mayor oferta de forraje. Con el transcurrir del tiempo y del experimento estos fueron ganando peso y aumentando el consumo, por ende la oferta de forraje por kg de peso vivo disminuye afectando la tasa de crecimiento de la pastura. Estos dejan un menor remanente en relación al pastoreo anterior y por ende un menor disponible para el pastoreo posterior, afectando también la cantidad y calidad del área foliar fotosintética, explicado por la altura del remanente. Según Carámbula (1977) la 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. 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)

Abud et al. (2011), trabajando con la misma mezcla obtuvieron producciones de 4800 kg/ha MS para el período estival, 2900 kg/ha MS en el período otoñal, y un total de 7700 kg/ha MS totales. Si comparamos dichos resultados con los obtenidos en el presente trabajo, los presentados por Abud et al. (2011) son superiores por ser la misma pradera de segundo año, coincidiendo la tendencia de mayor producción en el período estival.

Al igual que en este trabajo Cabrera et al. (2013) encontró que la materia seca aumento conforme disminuyó la dotación animal hasta un máximo de alrededor 4000 kg/ha MS, observándose diferencias significativas de los tratamientos de alta y media respecto al de baja dotación. Los datos también concuerdan con los obtenidos por Almada et al. (2007) donde trabajando sobre raigrás, trébol blanco y lotus la producción aumentó conforme disminuye la carga en el período invierno-primaveral. 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 disminuye la intensidad de pastoreo.

4.2.6 Composición botánica

A continuación se presenta la evolución de la proporción de los distintos componentes de la pastura para los pastoreos realizados y como promedio del período por tratamiento.

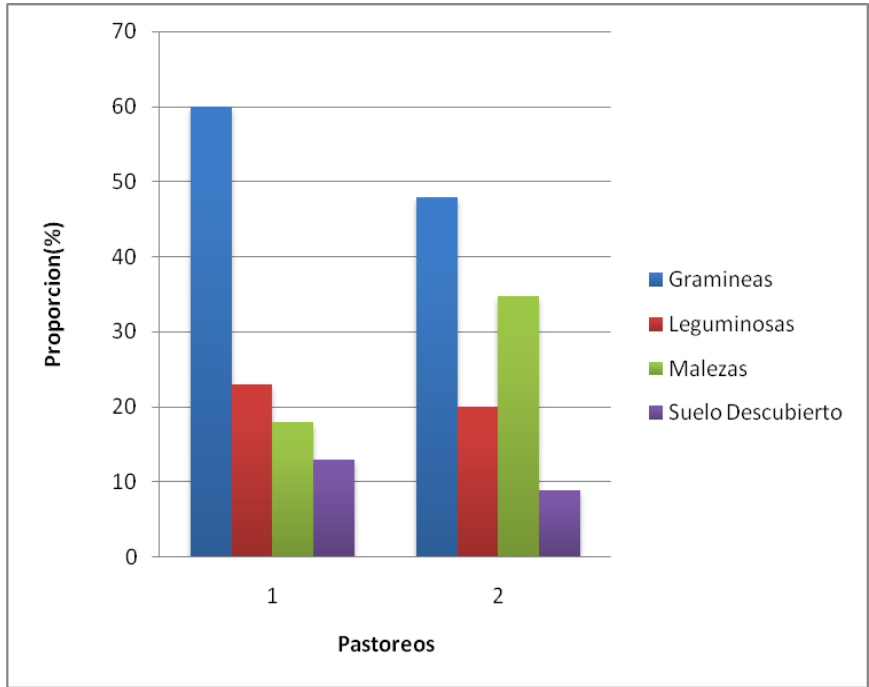


Figura No.9. Evolución de la composición botánica en el tratamiento 2,17 animales/ha.

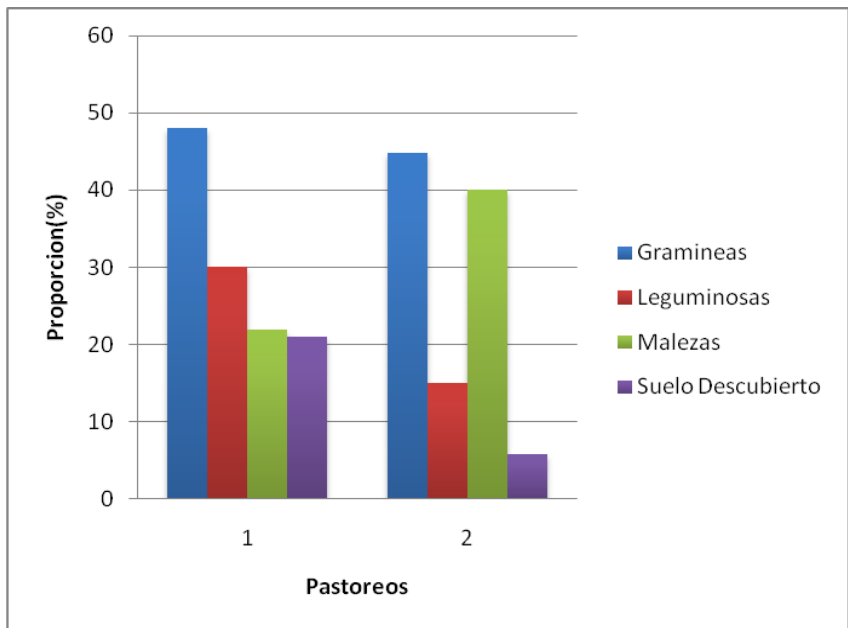


Figura No.10. Evolución de la composición botánica en el tratamiento 1,52 animales/ha.

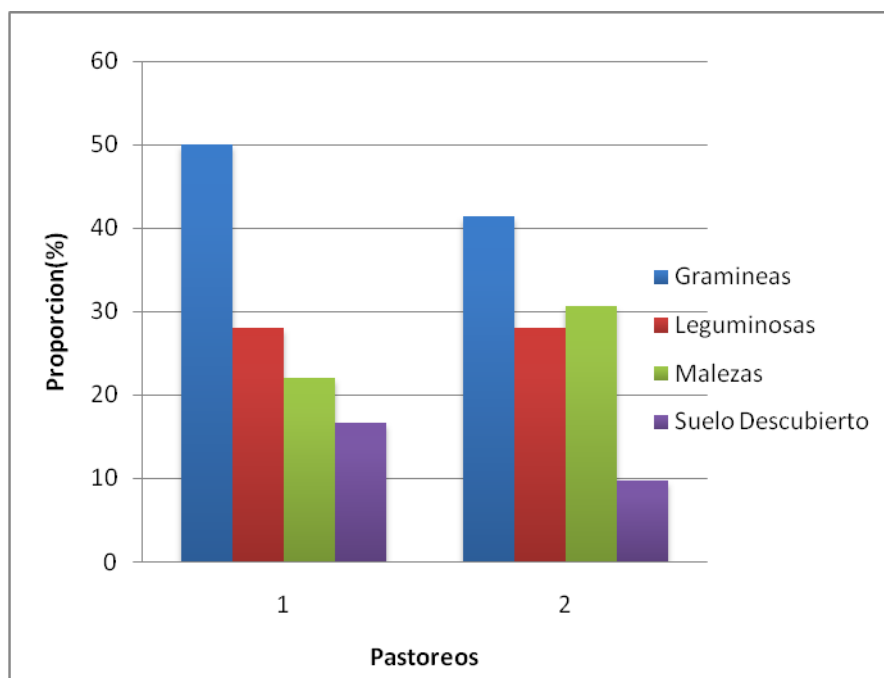


Figura No.11. Evolución de la composición botánica en el tratamiento 0,87 animales/ha.

Se puede observar en las anteriores figuras que independientemente del tratamiento, la fracción predominante es la gramínea con un 50% aproximadamente, seguido por la fracción leguminosa compuesta principalmente por trébol blanco la que representó un porcentaje entre 20-30%. Estos resultados son similares a los obtenidos por Folgar y Vega (2013), Cairus et al. (2013), quienes concuerdan con lo sostenido por García (1995) en que el aumento de la edad de la pastura trae como consecuencia cambios en el balance gramínea- leguminosa, aumentando la fracción gramínea. Esto se debe a que al presentar la festuca un sistema radicular más extendido y profundo logra una mayor sobrevivencia en el correr de los años comparado con lotus, el cual sufre de enfermedades de corona y trébol blanco el cual, al ser estolonífero su sistema radicular es superficial, dificultándose su sobrevivencia.

El componente suelo descubierto en promedio no superó el 15% por lo que se puede decir que los distintos componentes de la pastura generan una buena cobertura. Sin embargo en el tratamiento de dotación intermedia (1,52 animales/ha), alcanzó un 20% en el primer pastoreo notándose un marcado descenso en el segundo pastoreo siendo el mismo un 5 % aproximadamente. Este descenso se explica por un notorio aumento en la proporción del

componente maleza, repitiéndose este comportamiento en los otros tratamientos pero en menor medida

Como se mencionó anteriormente el componente maleza aumentó en porcentaje en el segundo pastoreo alcanzando valores de 30% para las dotaciones máximas y mínimas (2,17 y 0,87 animales/ha respectivamente) y hasta 40% para la dotación intermedia (1,52 animales/ha). Las malezas al ser más competitivas ocupan los espacios libres mencionados primero, llegando a valores que podrían afectar la productividad de la pastura.

Estos resultados son esperables, ya que se trata de una pradera de cuarto año en un período crítico para la competencia con malezas estivales por parte de las especies forrajeras. Esto coincide con lo mencionado por Carámbula (2007), donde expresa que a partir del tercer año comienzan a desaparecer las especies sembradas, produciéndose espacios libres en el tapiz donde avanzan malezas y gramilla.

A continuación se presenta la evolución de la composición botánica registrada en el disponible en el período experimental.

Cuadro No. 9. Proporciones promedio de la evolución del disponible de los distintos componentes de la pastura según la dotación.

Dotaciones	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	Suelo Des (%)
2,17	54 A	20 A	24 A	11 A
1,52	47 A	23 A	31 A	14 A
0,87	46 A	28 A	26 A	13 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Se observa claramente que no se presentaron diferencias significativas, entre los componentes de la pastura en los distintos tratamientos.

Como se mencionó anteriormente no se presentaron diferencias significativas para el componente gramíneas entre los distintos tratamientos, siendo este el predominante. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Folgar y Vega (2013), Caurus et al. (2013). El componente leguminosa tampoco mostró diferencias significativas, concordando con Folgar y Vega (2013), pero difiriendo con Cairus et al. (2013) quienes encontraron una mayor proporción de leguminosas en el tratamiento de menor carga. En los componentes malezas y suelo descubierto tampoco se encontraron diferencias significativas, difiriendo esto en los resultados obtenidos por Folgar y Vega (2013), donde se presentaron mayores proporciones de ambos componentes

con mayores dotaciones. Se debe tener en cuenta que ambas tesis se realizaron en invierno primavera estaciones en las que normalmente se incrementa la proporción de trébol blanco dada su resiembra otoñal.

Los valores obtenidos tanto para gramíneas como para leguminosas, son inferiores a los recomendados, ya que se considera una buena pradera aquella que presenta una contribución del 70% de gramíneas y el restante 30% de leguminosas (Garcia y Millot, 1978). Sin embargo estos valores son esperables ya que a partir del tercer año de edad comienzan a desaparecer las especies sembradas (Carámbula, 2007).

Se observa también una proporción de malezas que podría afectar la pastura, estando asociado esto principalmente a la edad de la pastura y al aumento de suelo descubierto en el período estival.

A continuación se presenta la evolución de la composición botánica registrada en el remanente para el período experimental.

Cuadro No.10. Proporción promedio de la evolución del remanente de los distintos componentes de la pastura según la dotación.

Dotaciones	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	Suelo Des (%)
2,17	56 A	22 A	23 A	15 A
1,52	50 A	18 A	33 A	11 A
0,87	52 A	27 A	22 A	15 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

Estos resultados tienen una tendencia similar a los presentados en el disponible. Ninguno de los componentes de la pastura presentaron diferencias significativas entre tratamientos.

Si comparamos el disponible y el remanente, se puede observar que no existió una selección hacia ninguno de los componentes. Estos resultados difieren de los obtenidos por Folgar y Vega (2013), quienes encontraron una selección hacia el componente leguminosa, evidenciado por la menor proporción existente en el remanente.

4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se presentan los resultados del desempeño animal y producción por hectárea para los tratamientos evaluados en el período experimental.

4.3.1 Ganancia media diaria y producción de carne por hectárea

En el cuadro siguiente se muestran los principales parámetros de producción animal y asignación de forraje para cada tratamiento durante el período de estudio.

Cuadro No. 11. Oferta de forraje, ganancia media diaria y ganancia de peso vivo por animal y por hectárea por tratamiento para el período experimental.

Dotaciones	Of. de forraje (%)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	GMD (kg/día)	kg/PV/ animal	kg/ha PV
2,17	5,1	341	394	0,47 A	53	114
1,52	7,7	361	418	0,51 A	57	87
0,87	12,8	375	430	0,49 A	55	48

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,10$)

No se observan diferencias significativas en la ganancia media diaria entre los distintos tratamientos. Estos resultados no coinciden con lo expresado por varios autores como Blaser et al. (1960), Mott (1960), Cubillos y Mott (1969), Jamieson y Hodgson (1979), Morley (1981), Hodgson (1990), Dalley (1999), quienes sostienen que con disminución de la oferta de forraje (mayor dotación), se obtiene una disminución de la ganancia de peso por animal, en cambio cuando se observa la producción por hectárea se obtiene con menor oferta de forraje incrementos en la producción por unidad de superficie.

Los resultados obtenidos podrían estar explicados porque como se vio en el ítem 4.2.5, no existen diferencias significativas en la composición botánica de los distintos tratamientos, por lo que la calidad de la pastura ofrecida sería la misma, pero no así la dieta consumida por los animales. En dotaciones menores los animales tienen mayor selección mejorando así la calidad de su dieta. Con esta afirmación se puede entender que la ganancia individual con menores cargas podría ser mayor, pero otro factor que ayuda a explicar estos resultados es que a menor carga (0,87 animales/ha) se tiene un mayor gasto de

energía de mantenimiento dado por el mayor tiempo de búsqueda para la selección del forraje de mayor calidad.

La disponibilidad de forraje de los tratamientos de mayor carga (2,17 y 1,52) fue menor significativamente comparado con el de menor carga (0,87), sin embargo el forraje disponible de estos tratamientos (1705 y 1816 kg MS/ha respectivamente) no serian la limitante para obtener mayores ganancias medias diarias.

Independientemente del forraje disponible la ganancia media diaria se vio limitada dadas las condiciones a las que estaban expuestos los novillos, como por ejemplo altas temperaturas y humedades relativas típicas del verano y región, que lo llevan a reducir su consumo voluntario e incrementar los requerimientos de energía para mantenimiento afectando el balance energético animal (Beretta et al., 2007). A esto se le suma que los animales no contaban con libre acceso al agua ni a sombra, siendo éstas condiciones propicias para que sufran de estrés térmico. Esto puede haber estado afectando a los animales, variando sus requerimientos o disminuyendo su consumo. A esto se le agrega que en verano las pasturas disminuyen su calidad, siendo su digestibilidad menor (Beede y Collier, citados por Saravia, 2009). En condiciones donde las temperaturas son elevadas, los animales aumentan sus necesidades de consumo de agua debido a que por evaporación descienden su temperatura corporal, resultando este proceso difícil al no tener agua ad libitum (Saravia, 2009). Finalmente, Arias et al. (2008) sostiene que todas estas variables ocasionadas por el estrés en el animal se ven reflejadas en su desempeño productivo, resultando como en este caso en ganancias individuales menores.

Almada et al. (2007) en una pradera de primer año compuesta por *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, en un período invierno-primaveral obtuvieron ganancias entre 1 y 1,4 kg/animal/día, 900 y 700 kg/ha de peso vivo para oferta de forraje de 4,5 y 7% de PV respectivamente.

Agustoni et al. (2008) en el período invierno-primaveral y con raigrás en lugar de festuca, con una asignación de forraje entre 5,6 y 6,8% consiguió ganancias de 1,45 kg/animal/día y 500-550 kg/ha.

Arenares et al. (2011) evaluando una mezcla con los mismos componentes al de nuestro estudio pero de segundo año y en el período invierno-primaveral obtuvieron con la asignación a 6% producciones individuales de 1,2 kg/animal/día y producciones por hectárea de 685 kg de PV.

Abud et al. (2011) en una pradera similar a la de estudio pero de segundo año obtuvieron ganancias promedio de 1,26 kg/animal/día con asignaciones de 9% en el período estivo-otoñal.

Si comparamos las ganancias obtenidas son menores a las reportadas por los trabajos realizados en el período invierno-primaveral, dado por una menor digestibilidad de la pastura en el verano y las condiciones de estrés térmico para los animales. Al comparar los resultados obtenidos con trabajos realizados en el mismo período, como Abud et al. (2011), las ganancias son menores dado principalmente por tratarse de una pastura de cuarto año. Esto coincide con lo mencionado por Carámbula (2007), donde expresa que a partir del tercer año comienzan a desaparecer las especies sembradas, produciéndose espacios libres en el tapiz donde avanzan malezas y gramillas, teniendo esto además un impacto negativo de en la calidad de la pastura.

Se afirma que el tratamiento de mayor dotación fue más eficiente en el uso de forraje dado que logra una producción por hectárea 137% superior al tratamiento 0,87 y 31% superior al tratamiento 1,52, con una misma ganancia diaria entre los tratamientos.

En este estudio se puede decir que la asignación de forraje óptima se ubicó en 5,1%(dotación 2,17 animales/ha), siendo éste el de mayor producción por hectárea (114 kg/ha), explicado por una mayor cantidad de animales por hectárea con la misma ganancia media diaria que los tratamientos de menor dotación.

Almada et al. (2007) obtuvieron 900 y 700 kg/ha de PV para ofertas de forraje de 4,5 y 7% de peso vivo respectivamente. Agustoni et al. (2008) expresan que con 5,6-7% PV de oferta de forraje lograron 550 kg/ha de PV. Foglino y Fernández (2009), obtuvieron menores producciones de PV, 406 y 417 kg/ha de PV con una oferta de forraje en torno al 6% PV. Abud et al. (2011) con asignaciones de 9% lograron producciones de 187 kg/ha. Folgar y Vega (2013) con una asignación de 5,1 % obtuvieron 269 kg/PV/ha.

Estos resultados superan ampliamente a los obtenidos en este experimento y esto se puede deber a las bajas eficiencias de producción provocada por las condiciones climáticas a las que estuvieron expuestos los animales y la menor calidad de la pastura ya mencionada anteriormente.

A continuación se presenta la ganancia media diaria y la producción de carne por hectárea en función de la oferta de forraje para todo el período experimental.

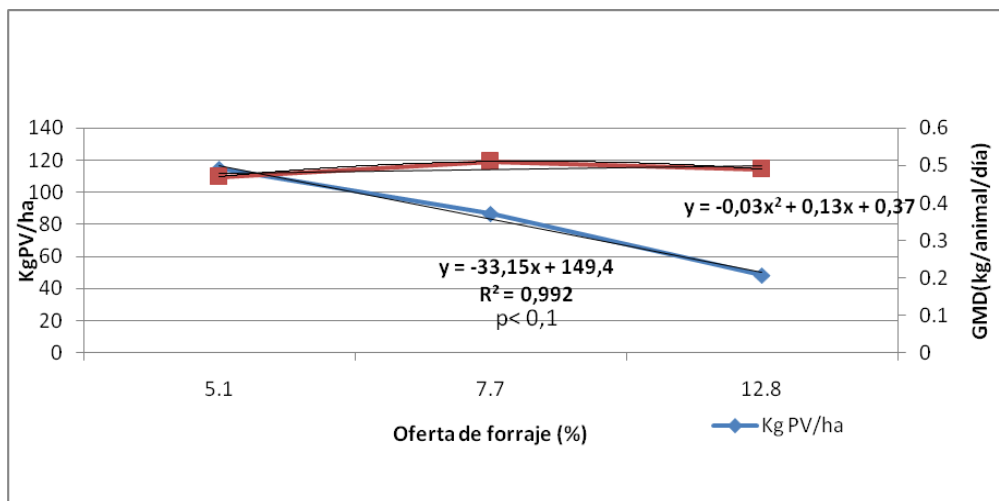


Figura No. 12. Ganancia media diaria promedio (kg/animal/día) y producción de carne promedio (kgPV/ha) en función de los distintos tratamientos.

Como se mencionó anteriormente no existen diferencias significativas en las ganancias medias diarias para los distintos tratamientos, por lo tanto la dotación óptima es la que presenta mayor producción de carne por hectárea. En este caso la oferta de forraje que presentó mayor producción de carne por hectárea fue 5,1%, oferta que se corresponde con la dotación de 2,17 animales por hectárea, alcanzando una producción de 114 kg/ha de PV y una ganancia media diaria de 0,47 y la menor con la oferta de 12,8% OF que se corresponde con la dotación de 0,87 animales por hectárea.

4.3.2 Producción de carne y eficiencia de producción

La eficiencia de producción relaciona los kg de materia seca producida con los kg de peso vivo logrados en el total del experimento.

Cuadro No. 12. Producción de PV y eficiencia de conversión del forraje desaparecido (kg MS/ kg PV) en función de los distintos tratamientos.

Dotaciones (animales/ha)	Forraje Desaparecido (kg/ha MS)	kg/PV/ha	Ef.Conv. (kgMS/ KG PV)	Incremento en relación al tratamiento 2,17
2,17	1512	114	13	1
1,52	1670	87	19	1,46
0,87	2312	48	48	3,69

Para producir un kilogramo de peso vivo en el tratamiento 0,87 fueron necesarios 48 kg de materia seca, en el tratamiento 1,52 fueron necesarios 19 kg de materia seca y para el tratamiento de mayor dotación 13 kg de materia seca. Al no variar la ganancia individual lo que explica la mayor producción por hectárea es la carga, por lo cual se puede concluir que al tratamiento de 0,87 UG/ha le faltó animales y por lo tanto se realizó una ineficiente transformación de la biomasa producida.

Los datos obtenidos por Cabrera et al. (2013) en la eficiencia de conversión mantienen la misma tendencia que este trabajo, aumentando 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 producción.

Folgar y Vega (2013) obtuvieron eficiencias de producción de 24, 31 y 51 kg MS/kg PV en los tratamientos de 2,17, 1,52 y 0,87 animales por hectárea respectivamente. Estos valores se vieron afectados por una menor digestibilidad de la pastura dado el encañado de la festuca. Si comparamos estos valores con los obtenidos en el presente trabajo se observa que solamente en el tratamiento de mayor oferta de forraje se registra la misma eficiencia. Esto se explica por el forraje senescente y pisoteado por el animal, comparándose al efecto que tiene la encañazón de la festuca.

Abud et al. (2011) trabajando con un asignación de 9% y en el mismo período de evaluación obtuvieron una eficiencia de conversión de 31,3 kg MS/kg PV, valor superior al obtenido con la oferta de forraje de 7,7% (1,52 animales /ha)

Coincidiendo con lo mencionado por Abud et al. (2011), esta eficiencia podría haber sido mayor si los animales hubieran estado en otras condiciones,

con sombra y agua para beber dentro del potrero y más aun considerando las temperaturas a las que estaban expuestos en ese período.

5. CONCLUSIONES

En lo que se refiere a la composición botánica, las diferentes cargas no tienen efecto alguno. La dominancia del componente gramínea es explicado por la edad de la pastura y no por efecto de los tratamientos.

Las ganancias obtenidas para los distintos tratamientos en la etapa inicial del experimento (verano) podrían estar explicadas por una selección de los animales hacia las gramíneas estivales tipo C4 (*Digitaria sanguinalis*), las que se encontraron en activo crecimiento durante el período estival, siendo la calidad de las mismas en el otoño limitante para obtener mayores ganancias.

Bajo los términos y condiciones que se realizó este experimento se puede decir que el mejor tratamiento es el de 2,17 animales/ha obteniendo una ganancia media diaria de 0,47kg/día y 114 kg/ha PV, sin comprometer la producción y persistencia de la pastura en el corto plazo.

Las menores ganancias obtenidas en esta tesis y en otras anteriores en el período estival, hace suponer que con disponibilidad de sombra y agua ad libitum en todas las parcelas se podría haber logrado una mayor ganancia individual, por lo cual sería importante estudiar en el futuro este efecto, ya que podría estar interaccionado con el efecto de la dotación evaluado.

6. RESUMEN

El trabajo se realizó en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3 Km 363. Los datos presentados en este trabajo fueron relevados en el período comprendido entre 28/01/2013 al 7/06/2013 en el potrero 35 (latitud 32°22'30.93"S y longitud 58°3'47.08"O.). El objetivo fue evaluar los efectos de tres dotaciones distintas en una misma mezcla forrajera de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, sobre la productividad de la pastura y el desempeño animal en el período estivo-otoñal. Los tratamientos consistieron en 3 dotaciones distintas (0,87, 1,52, 2,17 animales/ha), utilizándose 3 bloques al azar. Cada bloque se pastoreaba con 21 novillos Holando (4, 7, y 10 novillos por tratamiento). Los mismos rotaban aproximadamente cada 30 días siendo el criterio de cambio de parcela cuando la altura del remanente de alguna de las parcelas llegaba de 7-10 cm. El diseño experimental corresponde a bloques completos al azar. El área de estudio abarca 13,8 hectáreas en su totalidad. Se determinó la producción de forraje, el porcentaje de malezas, la composición botánica, porcentaje de suelo descubierto y la evolución de peso de los animales, determinándose de esta manera la ganancia total que tuvieron en el período y la ganancia diaria de los mismos, en función de los distintos tratamientos. El manejo de diferentes cargas animales marca una clara diferencia en la producción total de materia seca por hectárea, tendiendo a una mayor producción a medida que la dotación disminuye. Referente a la composición botánica, no hay diferencias significativas entre tratamientos al igual que la utilización de forraje, determinándose que al aumentar la dotación hasta 2,17 UG/hectárea conlleva a un aumento en la producción de kilogramos de peso vivo por hectárea y por ende a una mayor eficiencia de producción (kg MS/kg PV) por hectárea.

Palabras clave: Producción de forraje; Mezclas forrajeras; Desempeño animal; Dotación.

7. SUMMARY

The present study was held in the Research Station “Dr. Mario A. Cassinoni” Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay), located in the kilometer 363 of the national road No 3, during the 28th January and 7th June in paddock 35 (latitude 32° 22` 30.93 S and longitude 58° 3` 47.08`0.). The main objective is to evaluate three different loads on the same forage mixture on pasture productivity and animal performance. In order to do this, the effect of various provisions is assessed during the summer-autumn period in pasture characteristics , production, utilization and botanical composition of a mixture composed of seniors *Festuca arundinacea* , *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. Treatments consist of 3 separate loads (0.87, 1.52 , 2.17 animals / ha) using three randomized blocks. Each block was pastured with 21 Holstein steers (4, 7, and 10 steers per treatment). Each one of them rotated approximately every 31 days. The experimental design corresponds to a randomized complete block. The study area covers 13.8 hectares in total. Forage production, the percentage of weeds, botanical composition, percentage of bare ground and the evolution of animal weight was taken into account determining the total profit they had in the period and daily profit was according to the different treatments. The management of different stocking rates marks a clear difference in total dry matter production per hectare, leading to greater production as loads decreases. Regarding the botanical composition, there are no significant differences between treatments as the use of forage. Increasing the loads to 2.17 LU/ha leads to an increase in the production of live weight per hectare and thus to greater production efficiency (kg DM/ kg BW) per hectare.

Keywords: Forage production; Pasture mixture; Animal production; Animal load.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD, M.; GAUDENTI, C.; ORTICOCHEA, V.; PUIG, V. 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. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
4. ALLEGRI, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en utilización de pasturas. Miscelánea CIAAB. no. 39: 1-3.
5. ALDAMA LÓPEZ de HARO, A. A.; SALLE de LEÓN, 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, F.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPÍTRIA, 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. 85 p.
7. ARENARES, G.; QUINTANA, C.; RIVERO, J. G. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.

8. ARIAS, J. E.; DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; CORNELIUS, P. L.; LAURIAULT, L. M. 1990. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*. 82: 545 - 548.
9. ARIAS, R. A.; MADER, T. L.; ESCOBAR, P. C. 2008. Factores climáticos que afectan el desempeño productivo del ganado bovino de carne y leche. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 40: 7-22.
10. AVENDAÑO, J. C.; BOREL, R.; CUBILLOS, G. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. *Turrialba*. 36 (2): 137-148.
11. AYALA TORALES, A.; ACOSTA, G.; DEREGIBUS, V. A. CABRINI, S. 1995. Efecto de la modalidad de defoliación y de la fertilización fosforada en pasturas integradas por *Lotus corniculatus* L. 1. Características productivas de la leguminosa. *In: Congreso Argentino de Producción Animal* (19º, 1995, Mar del Plata, Argentina). Resúmenes. *Revista Argentina de Producción Animal*. 15 (1): 77-80.
12. AZANZA, A.; PANISSA, R.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
13. BARTABURU, S.; COOPER, P.; LANFRANCONI, M.; OLIVERA, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.
14. BARTHAM, G. T.; BOLTON, G. R.; ELSTON, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.

15. BIANCHI, S.; DÍAZ, A.; MUSSACO, M. 2007. Evaluación estivo-otonal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 101 p.

16. BRANCATO, A.; PANISSA, R. J.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.

17. BROUGHAM, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. 7 (5): 377-387.

18. BRYANT, H. T. 1970. Symposium on pasture methods for maximum production in beef cattle; effect of grazing management on animal and area output. Journal of Animal Science. 30: 153-158.

19. CABRERA, J.; LUZARDO, A.; MACKINNON, P. 2013. Efecto de la dotación animal en una mezcla forrajera en el período estivo-otonal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.

20. CANGIANO, C.; ESCUDER, C.; GALLI, J.; GOMEZ, P.; ROSSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. INTA Balcarce. s.p.

21. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 90-180.

22. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).

23. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.

24. _____. 1997. Forrajeras; material seleccionado por la cátedra. Paysandú, Facultad de Agronomía. t.1, pp. 75-88.

25. _____.; TERRA, J. A. 2000. Las sequías; antes, durante y después. Montevideo, Uruguay, INIA. 133 p. (Boletín de Divulgación no. 74).
26. _____. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
27. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
28. _____. 2007. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
29. _____. 2010. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
30. CARLSON, G. E.; GIBSON, P. B.; BALTENSBERGER, D. D. 1985. White clover and other perennial clovers. In: Heath, M. E.; Barnes, R. F.; Metcalfe, D. S. eds. Forages; the science of grassland agriculture. 4th ed. Ames, USA, Iowa State University Press. pp. 118-127.
31. CARRIQUIRY, J.; NORMEY, R.; PARDIÑAS, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño – invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 88 p.
32. CASTRO, H.C. 1998. Comportamiento en pastoreo. In: Valtorta, S.; Leva, P.E.; Castro, H.; Gallardo, M.; Maciel, M.; Guglielmone, A.; Ansiani, O. eds. Producción de leche en verano. Santa Fé, Universidad Nacional del Litoral. pp. 38-46.
33. CHAPÍN III, F. S.; BLOOM, A. J.; FIELD, B. C.; WARING, R. H. 1987. Plantresponses to multiple environmental factors. *BioScience*. 37 (1): 49-57.

34. 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.
35. CHILIBROSTE, SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.
36. COLLIER, R.J.; BEEDE, D.K.; THATCHER, W.W.; ISRAEL, L.A.; WILCOX, C.J. 1982. Influences of environment and its modification on dairy animal health and production. Journal of Dairy Science. 65: 2213-2227.
37. CRUZ, G.; SARAVIA, C. 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. Agrociencia. 12 (1): 56-60.
38. CUBILLOS, G. F.; MOTT, G. O. 1969. La influencia de la presión de pastoreo sobre la producción de carne de novillos en praderas de alfalfa y bromo. Agricultura Técnica. 29 (4): 178-185.
39. DALLEY, D. E.; ROCHE, J. R.; GRAINGER, C.; MOATE, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. Australian Journal of Experimental Agriculture. 39 (8): 923-931.
40. DAMONTE, I.; IRAZABAL, G.; REINANTE, R.; SHAW, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 139 p.
41. DONAGHY, D. J.; FULKERSON, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of Lolium perenne. Grass and Forage Science. 53 (3): 211-218.

42. DONALD, C. M. 1963. Competition among crop and pasture plants. *Advances in Agronomy*. 15: 1-118.
43. DOUGHERTY, C. T.; LAURIAULT, L. M.; CORNELIUS, P. L.; BRADLEY, N. W. 1989. Herbage allowance and intake of cattle. *Journal of Agricultural Science*. 112: 395 – 401.
44. ELEGERSMA, A.; NASSIRI, M.; SCHLEPERS, H. 1988 Competition in perennial ryegrass-white clover mixture under cutting. 2. Leaf characteristics, light interception and dry-matter production during regrowth. *Grass and Forage Science*. 53 (4): 367-379.
45. ELIZALDE, J. 1999. Suplementación con granos en la producción de carne en animales en pastoreo. *In: Congreso Nacional para Productores y Profesionales (2o., 1999, Palermo). Forrajes y granos. s.n.t. pp. 67–93.*
46. ELIZONDO, L.; MINTEGUIAGA, A.; RUBIO, L. 2003. Efecto de la suplementación energética con fuentes de diferente degradabilidad ruminal sobre el consumo y comportamiento ingestivo de novillos Heferord pastoreando en dos asignaciones de forraje sobre una mezcla de avena y raigras en estado vegetativo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 93 p.
47. EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M. P. 1995. Avaliacao de ecotipos de *Panicum maximum* sob pastejo em pequenas parcelas. *In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (32ª., 1995, Brasilia). Trabalhos apresentados. Brasilia, Sociedade Brasileira de Zootecnia. pp. 97-99.*
48. FERNÁNDEZ, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 85: 6-9.
49. FERNÁNDEZ, J.; FOGLINO, F. 2009. Efecto del periodo de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura del primer año de raigrass perenne, trébol blanco, lotus corniculatus y agropiro.

Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 66 p.

50. FERNÁNDEZ, M.; NAVA, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
51. FOLGAR, L.; VEGA, G. 2013. Efecto de la dotación animal sobre la producción invierno-primaveral de una pastura de festuca arundinacea, trifolium repens y lotus corniculatus de tercer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 116 p.
52. FORMOSO, F. 1993. Lotus Corniculatus I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, Uruguay, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
53. _____. 1995. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
54. FREER, M. 1981. The control of food intake by grazing animal. In: Morley, F. H. W. ed. Grazing animals. Amsterdam, Elsevier. pp. 105-124.
55. FULKERSON, W. J.; SLACK, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for Lolium perenne; 2. Effect of defoliation frequency and height. Grass and Forage Science. 50 (1): 16-20.
56. GARCÍA, M.; GONZÁLEZ, O.; QUEHEILLE, F. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de Stipa setigera en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 141 p.

57. GARCÍA, J. A. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 35 p. (Serie Técnica no.133).
58. _____ . 2010. Festuca arundinacea, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA.192 p. (Serie Técnica no. 182).
59. GASTAL, F.; LEMAIRE, G.; LESTIEMME, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization. In: Simposio em Ecofisiologia das Pastagens e Ecologia do Pastejo (2º., 2004, Curitiba). Trabalhos apresentados. s.n.t. 1 disco compacto.
60. GRANT, S.A.; BARTHAM, G. I.; TORVELL, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut Lolium multiflorum swards. Grass and Forage Science. 36: 155-168.
61. GREENHALGH, J. F. D.; MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A. 1966. Animal nutrition. Edinburgh, Oliver and Boyd. 407 p.
62. GUERRERO, J. N. 1984. Prediction of animal performance on bermudagrass pasture from available forage. Agronomy Journal. 76: 577-580.
63. HARRIS, W.; LAZEMBY, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25 (2): 227-246.
64. _____. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.
65. HEITSCHMIDT, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. Journal of Range Management. 40: 216-223.
66. HODGSON, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production; in evaluation of research results. Proceedings of New Zealand Society of Animal Production. 44: 99-104.

67. _____.1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
68. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. *Grass and Forage Science*. 34: 273-282.
69. JOHNS, G. G. 1974. A soil water use relationship for incorporation in model simulation of dryland herbage production. In: International Grassland Congress (12th., 1974, Moscow). Proceedings. s.n.t. cap. 2, pp. 659-666.
70. JONES, S. R.; SANDLAND, R. L. 1974. The relation between animal gain and stocking rate. Derivation of the selection from the results of grazing trails. *Journal of Agricultural Science*. 83 (2): 335-342.
71. JUDD, T.; THOMSON, N.; BARNES, M.1994. The effect of block and paddock grazing in winter on cow behavior, cow performance and herbage accumulation. *Proceedings of the New Zeland Society of Animal Production*. 54: 91-94.
72. KENNETH, C. O.; ROUSE, G. B.; MALECHEK, J. C. 1989. Cattle nutrition and grazing behaviour during short-duration grazing periods on crested wheatgrass range. *Journal of Range Management*. 42 (2): 153-157.
73. KRYSL, L. J.; HESS, B. W. 1993. Influence of supplementation on behaviour of grazing cattle. *Journal of Animal Science*. 71: 2546-2555.
74. LANGER, R. H. M. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.

75. LEBORGNE, R. s.f. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. 2a. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 53 p.
76. LEMAIRE, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing; tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production under Grazing (1st, 1997, Viscosa). Proceedings. Viscosa, Universidad Federal de Viscosa. pp. 117-144.
77. MARTEN, G. C. 1985. Factors influencing feeding value and effective utilization of forages for animal production. In: International Grassland Congress (15th, 1985, Kyoto). Proceedings. s.n.t. pp. 89-97.
78. MINSON, D. J. 1983. Forage quality; assesing the plant-animal complex. In: International Grassland Congress (14^o, 1981, Lexington, Kentucky). Proceedings. Boulder, Colorado, Westview. pp. 23-29.
79. MONTOSI, F.; RISSO, D.; 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).
80. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and measurements of pasture production. In: International Grassland Congress (8^o, 1960, Oxford). Proceedings. s.n.t. pp. 606-611.
81. MUNRO, J. M.; WALTERS, R. J. 1986. The feeding value of grass. In: Frame, J. ed. Grazing. Great Malvern, UK, British Grassland Society. pp. 65-78. (Occasional Symposium no. 19).
82. MURSAN, A.; HUGHES, T. P.; NICOL, A. M.; SUGIURA, T. 1989. The influence of sward height on the mechanics of grazing in steers and bulls. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 49: 233-236.

83. NABINGER, C. 1996. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo de Pastagem (14º., 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp.213-251.
84. _____. 1998. Principios de manejo e produtividade de pastagens. In: Ciclo de Palestras em Produção e Manejo de Bovinos de Corte (3º., 1998, Canoas, RS). Anais. Canoas, ULBRA. pp. 54-107.
85. OLMOS, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, Uruguay, INIA. 245 p. (Serie Técnica no. 145).
86. PARSONS, A. J.; HARVEY, A.; WOLEDGE, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. 1. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. *Journal of Applied Ecology*. 28: 619-634.
87. PEACOCK, J. M. 1975. Temperature and leaf growth in *Lolium perenne*. I. The thermal microclimate; its measurement and relation to plant growth. *Journal of Applied Ecology*. 12: 115- 123.
88. PEARCE, R. B.; BROWING, R. H.; BLASER, R. E. 1965. Relationships between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchardgrass. *Crop Science*. 5: 553-556.
89. PEREIRA, M. 2007. ¿Que Lotus sembrar. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 122: 36-38.
90. PHILLIPS, C. J. C. 2001. Housing, handling and the environment for cattle. In: Phillips, C. J. C. ed. *Principles of cattle production*. Cambridge, CABI. pp. 170-216.
91. PINEIRO, J.; HARRIS, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21: 83-92.

92. POPPI, D. P.; HUGHES, T. P.; L'HUILLIER, P. J. 1987. Intake of pastures by grazing ruminants. In: Nicol, A.M. ed. Livestock feeding on pastures. Palmerston, New Zeland, New Zeland Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional Publication no.10).
93. RAYMOND, W. F. 1964. The efficient use of grass. The Proceedings of the Nutrition Society. 23: 54-62.
94. RHODES, I. 1969. The yield, canopy structure and light interception of two ryegrass varieties in mixed culture and monoculture. Journal of the British Grassland Society. 24: 123-127.
95. _____. 1970. Competition between herbage grasses. Herbage Abstracts. 40 (2): 115-21.
96. RISSO, D. F.; ZARZA, A. R. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. Miscelánea CIAAB. no. 28: 7-27.
97. SALHU, T. 1989. Influence of grazing pressure on energy cost of grazing by sheep on smooth brome grass. Journal of Animal Science. 67: 2098-2105.
98. SANTIÑAQUE, F.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. 2: 16-21.
99. SARAVIA, C. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis de maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 136 p.
100. SHNEITER, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.

101. SILANIKOVE, N. 2000. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic. *Livestock Production Science*. 67: 1-18.
102. SMETHAM, M. L. 1973. Grazing management. *In*: Langer, R. H. M.; Reed, H.; Reed, A. W. eds. *Pastures and pasture plants*. Wellington, Nueva Zelandia, s.e. pp. 209-270.
103. _____. 1981. Manejo del pastoreo. *In*: Langer R. H. M. ed. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 210-270.
104. TAMMINGA, S.; SCHRAMA, J. W. 1998. Environmental effects on nutrient and energy metabolism in ruminants. *Archives of Animal Nutrition*. 51: 225-235.
105. TEUBER, N.; LAIDLAW, A. S. 1996. Influence of irradiance on branch growth of white clover stolons in rejected areas within grazed swards. *Grass and Forage Science*. 51 (1): 73-80.
106. THE STOCK FARMER. 2000. Rotación de pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado 3 nov. 2008. Disponible en <http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivo/s/Bovinos/rotaciondepastoreo.htm>
107. TURKINGTON, R. 1983. Leaf and flower demography of *Trifolium repens* L. Growth in mixture with grasses. *New Phytologist*. 93: 617-631.
108. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE INVESTIGACIONES ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS. 2013. Anuario estadístico agropecuario 2013. Montevideo. 22 p.
109. VAN SOEST, P. J. 1965. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. *Journal of Animal Science*. 24: 834-843.

110. VAZ MARTINS, D.; BIANCHI, J. L. 1982. Relación entre distintos parámetros de la pastura y el comportamiento de animales en pastoreo. *Miscelánea CIAAB*. no. 39: 1-16.
111. VELASCO, M. E.; HERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Técnica Pecuaria en México*. 43 (2): 247-258.
112. VIGLIZZO, E. F. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 125 p.
113. WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; DELLOW, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38 (5): 451-460.
114. WHEELER, J. L. 1962. Experimentation in grazing management. *Herbage Abstracts*. 32: 1-7.
115. ZANONIANI, R. A.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del genero *Lotus* en el Uruguay. *Cangüé*. no. 25: 5-11.
116. _____; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. *In: Reunión de Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul; Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas). Desafíos e oportunidades do bioma campos frente á expansao e intensificacao agrícola. Pelotas, EMBRAPA. s.p.*
117. _____; _____; _____. 2008. Efecto de la asignación de forraje y la suplementación energética invernal sobre la productividad de una pastura de primer año. *In: Reunión do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (23ª., 2008, Minas). Trabalhos apresentados. s.n.t. 1 disco compacto.*

9. ANEXOS

Anexo No.1. Forraje disponible (kg/ha MS)

Forraje disponible promedio durante el período experimental

DISP Kg./HA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP Kg./HA	9	0.86	0.72	9.34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	784217.78	4	196054.44	6.19	0.0526
BLOQUE	392776.22	2	196388.11	6.20	0.0594
TRATAMIENTO	391441.56	2	195720.78	6.18	0.0598
Error	126644.44	4	31661.11		
Total	910862.22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=309,72295

Error: 31661,1111 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1.00	1620.33	3	102.73	A
3.00	1976.33	3	102.73	B
2.00	2116.67	3	102.73	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=309,72295

Error: 31661,1111 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
10-nov	1705.00	3	102.73	A
07-nov	1816.00	3	102.73	A
04-nov	2192.33	3	102.73	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Anexo No. 2. Altura del forraje disponible

Altura promedio del disponible en centímetros en función de la dotación (animales/ha)

ALT DISP

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT DISP	9	0.93	0.86	3.47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23.78	4	5.94	13.38	0.0138
BLOQUE	6.89	2	3.44	7.75	0.0421
TRATAMIENTO	16.89	2	8.44	19.00	0.0091
Error	1.78	4	0.44		
Total	25.56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,16043

Error: 0,4444 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1.00	18.00	3	0.38	A
2.00	19.67	3	0.38	B
3.00	20.00	3	0.38	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,16043

Error: 0,4444 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
10-nov	17.67	3	0.38	A
07-nov	19.00	3	0.38	B
04-nov	21.00	3	0.38	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Anexo No. 3. Cantidad de forraje remanente

Remanente promedio de forraje kg MS/ha de cada tratamiento

REM Kg./HA [Exportar resultado en formato RTF](#)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM Kg./HA	9	0.93	0.86	7.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	301430.44	4	75357.61	13.66	0.0133
BLOQUE	289622.22	2	144811.11	26.24	0.0050
TRATAMIENTO	11808.22	2	5904.11	1.07	0.4244
Error	22072.44	4	5518.11		
Total	323502.89	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=129,30209

Error: 5518,1111 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
1.00	800.00	3	42.89	A
2.00	936.67	3	42.89	B
3.00	1230.00	3	42.89	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=129,30209

Error: 5518,1111 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
10-nov	949.00	3	42.89	A
07-nov	981.00	3	42.89	A
04-nov	1036.67	3	42.89	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Anexo No. 4. Altura forraje remanente

Altura promedio del remanente en centímetros en función de la dotación (animales/ha)

ALT REM

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT REM	9	0.94	0.88	4.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17.11	4	4.28	15.40	0.0107
BLOQUE	6.22	2	3.11	11.20	0.0230
TRATAMIENTO	10.89	2	5.44	19.60	0.0086
Error	1.11	4	0.28		
Total	18.22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,91740

Error: 0,2778 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
1.00	10.67	3	0.30 A
2.00	11.33	3	0.30 A
3.00	12.67	3	0.30 B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,91740

Error: 0,2778 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
10-nov	10.00	3	0.30 A
07-nov	12.33	3	0.30 B
04-nov	12.33	3	0.30 B

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

Anexo No.5. Forraje desaparecido

Forraje desaparecido en kg MS/ ha

DES Kg./HA

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DES Kg./HA	9	0.80	0.61	20.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	591846.67	4	147961.67	4.12	0.0994
BLOQUE	322564.67	2	161282.33	4.49	0.0948
TRATAMIENTO	269282.00	2	134641.00	3.75	0.1209
Error	143545.33	4	35886.33		
Total	735392.00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=329,74245

Error: 35886,3333 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3.00	746.67	3	109.37 A
1.00	820.33	3	109.37 A
2.00	1180.00	3	109.37 B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=329,74245

Error: 35886,3333 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
10-nov	756.00	3	109.37 A
07-nov	835.00	3	109.37 A
04-nov	1156.00	3	109.37 B

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

Anexo No. 6. Porcentaje de forraje desaparecido del disponible

Porcentaje de utilización total en función de los distintos tratamientos

% UTIL

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% UTIL	9	0.78	0.56	13.51

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	553.11	4	138.28	3.55	0.1237
BLOQUE	426.23	2	213.11	5.47	0.0717
TRATAMIENTO	126.88	2	63.44	1.63	0.3039
Error	155.86	4	38.96		
Total	708.97	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=10,86537

Error: 38,9644 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

3.00	36.47	3	3.60	A
1.00	50.67	3	3.60	B
2.00	51.43	3	3.60	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=10,86537

Error: 38,9644 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

10-nov	42.70	3	3.60	A
07-nov	44.47	3	3.60	A
04-nov	51.40	3	3.60	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Anexo No. 7. Tasa de crecimiento

Tasa de crecimiento total para el período experimental en función de los tratamientos.

CREC AJUS

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC AJUS	9	0.74	0.49	23.59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5812881.78	4	1453220.44	2.89	0.1640
BLOQUE	3565928.22	2	1782964.11	3.55	0.1299
TRATAMIENTO	2246953.56	2	1123476.78	2.24	0.2229
Error	2009216.44	4	502304.11		
Total	7822098.22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1233,65487

Error: 502304,1111 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

1.00	2420.67	3	409.19	A
3.00	2714.33	3	409.19	A B
2.00	3878.33	3	409.19	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1233,65487

Error: 502304,1111 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

10-nov	2605.33	3	409.19	A
07-nov	2699.00	3	409.19	A
04-nov	3709.00	3	409.19	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Anexo No. 8. Composición botánica

Proporciones promedio de la evolución del disponible de las distintas componentes de la pastura según dotación

GRAM %

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRAM %	9	0.47	0.00	22.62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	424.44	4	106.11	0.87	0.5515
BLOQUE	300.22	2	150.11	1.23	0.3828
TRATAMIENTO	124.22	2	62.11	0.51	0.6349
Error	487.11	4	121.78		
Total	911.56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,20854

Error: 121,7778 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

2.00 40.67 3 6.37 A

3.00 52.00 3 6.37 A

1.00 53.67 3 6.37 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,20854

Error: 121,7778 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

04-nov 45.67 3 6.37 A

07-nov 46.67 3 6.37 A

10-nov 54.00 3 6.37 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

LOTUS%

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LOTUS%	9	0.59	0.17	59.10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	68.44	4	17.11	1.41	0.3729
BLOQUE	24.89	2	12.44	1.03	0.4364
TRATAMIENTO	43.56	2	21.78	1.80	0.2773
Error	48.44	4	12.11		
Total	116.89	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,05762

Error: 12,1111 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

3.00 3.67 3 2.01 A

2.00 6.33 3 2.01 A

1.00 7.67 3 2.01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,05762

Error: 12,1111 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

10-nov 3.00 3 2.01 A

07-nov 6.33 3 2.01 A

04-nov 8.33 3 2.01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

T. BLANCO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T. BLANCO	9	0.22	0.00	57.81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	123.11	4	30.78	0.29	0.8725
BLOQUE	108.22	2	54.11	0.51	0.6370
TRATAMIENTO	14.89	2	7.44	0.07	0.9339
Error	427.78	4	106.94		
Total	550.89	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,00070

Error: 106,9444 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

2.00 13.00 3 5.97 A

3.00 20.00 3 5.97 A

1.00 20.67 3 5.97 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,00070

Error: 106,9444 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

07-nov 16.67 3 5.97 A

10-nov 17.33 3 5.97 A

04-nov 19.67 3 5.97 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

MALEZA%

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MALEZA%	9	0.68	0.36	37.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	896.00	4	224.00	2.11	0.2432
BLOQUE	818.00	2	409.00	3.86	0.1165
TRATAMIENTO	78.00	2	39.00	0.37	0.7134
Error	424.00	4	106.00		
Total	1320.00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,92104

Error: 106,0000 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

1.00 17.00 3 5.94 A

3.00 25.00 3 5.94 A B

2.00 40.00 3 5.94 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,92104

Error: 106,0000 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

10-nov 24.33 3 5.94 A

04-nov 26.33 3 5.94 A

07-nov 31.33 3 5.94 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

S DESCUB

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
S DESCUB	9	0.53	0.06	36.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	92.44	4	23.11	1.13	0.4541
BLOQUE	80.89	2	40.44	1.98	0.2527
TRATAMIENTO	11.56	2	5.78	0.28	0.7677
Error	81.78	4	20.44		
Total	174.22	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,87042

Error: 20,4444 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

2.00 9.00 3 2.61 A

3.00 12.33 3 2.61 A

1.00 16.33 3 2.61 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,87042

Error: 20,4444 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

10-nov 11.00 3 2.61 A

04-nov 13.00 3 2.61 A

07-nov 13.67 3 2.61 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Anexo No. 9. Composición botánica

Proporción promedio de la evolución del remanente de los distintos componentes de la pastura según la dotación

GRAM %1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRAM %1	9	0.19	0.00	19.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	97.78	4	24.44	0.24	0.9051
BLOQUE	54.22	2	27.11	0.26	0.7826
TRATAMIENTO	43.56	2	21.78	0.21	0.8193
Error	415.78	4	103.94		
Total	513.56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,74643

Error: 103,9444 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

3.00 49.67 3 5.89 A

1.00 53.00 3 5.89 A

2.00 55.67 3 5.89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,74643

Error: 103,9444 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

07-nov 50.33 3 5.89 A

04-nov 52.33 3 5.89 A

10-nov 55.67 3 5.89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

LOTUS*1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LOTUS*1	9	0.55	0.11	63.18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	45.11	4	11.28	1.24	0.4206
BLOQUE	27.56	2	13.78	1.51	0.3243
TRATAMIENTO	17.56	2	8.78	0.96	0.4555
Error	36.44	4	9.11		
Total	81.56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=5,25407

Error: 9,1111 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
3.00	2.33	3	1.74 A
2.00	5.67	3	1.74 A
1.00	6.33	3	1.74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=5,25407

Error: 9,1111 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
10-nov	3.33	3	1.74 A
07-nov	4.33	3	1.74 A
04-nov	6.67	3	1.74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

T. BLANCO2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
T. BLANCO2	9	0.47	0.00	60.61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	405.33	4	101.33	0.88	0.5462
BLOQUE	330.67	2	165.33	1.44	0.3377
TRATAMIENTO	74.67	2	37.33	0.33	0.7396
Error	458.67	4	114.67		
Total	864.00	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,63927

Error: 114,6667 gl: 4

BLOQUE	Medias	n	E.E.
2.00	9.67	3	6.18 A
3.00	19.00	3	6.18 A
1.00	24.33	3	6.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,63927

Error: 114,6667 gl: 4

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
07-nov	13.67	3	6.18 A
10-nov	19.00	3	6.18 A
04-nov	20.33	3	6.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

MALEZA%1

Variable	N	R²	R² Aj	CV
MALEZA%1	9	0.52	0.05	41.65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	511.78	4	127.94	1.10	0.4642
BLOQUE	281.56	2	140.78	1.21	0.3880
TRATAMIENTO	230.22	2	115.11	0.99	0.4474
Error	465.11	4	116.28		
Total	976.89	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,76976

Error: 116,2778 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

1.00	18.00	3	6.23	A
3.00	29.33	3	6.23	A
2.00	30.33	3	6.23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,76976

Error: 116,2778 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

04-nov	21.67	3	6.23	A
10-nov	23.00	3	6.23	A
07-nov	33.00	3	6.23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

SDESC

Variable	N	R²	R² Aj	CV
SDESC	9	0.74	0.48	29.28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	184.44	4	46.11	2.83	0.1687
BLOQUE	149.56	2	74.78	4.59	0.0920
TRATAMIENTO	34.89	2	17.44	1.07	0.4239
Error	65.11	4	16.28		
Total	249.56	8			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,02276

Error: 16,2778 gl: 4

BLOQUE Medias n E.E.

3.00	9.67	3	2.33	A
1.00	12.33	3	2.33	A B
2.00	19.33	3	2.33	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,02276

Error: 16,2778 gl: 4

TRATAMIENTO Medias n E.E.

07-nov	11.00	3	2.33	A
10-nov	15.00	3	2.33	A
04-nov	15.33	3	2.33	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Anexo No. 10. Ganancia media diaria

gmdtotal

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
gmdtotal	21	0.05	0.00	23.04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0.01	3	3.9E-03	0.31	0.8211	
tratamiento	3.9E-03	2	2.0E-03	0.15	0.8579	
04/02/2013	0.01	1	0.01	0.45	0.5117	2.8E-04
Error	0.21	17	0.01			
Total	0.23	20				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,10806

Error: 0,0126 gl: 17

tratamiento	Medias	n	E.E.
10.00	0.47	10	0.04 A
4.00	0.49	4	0.06 A
7.00	0.51	7	0.04 A

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