

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EFFECTO DEL PERIODO DE OCUPACION DE PASTOREO EN LA  
PRODUCTIVIDAD DE UNA PASTURA DE PRIMER AÑO DE RAIGRAS  
PERENNE, T. BLANCO, LOTUS CORNICULATUS Y AGROPIRO**

**por**

**Felipe FOGLINO LOPEZ  
Javier FERNANDEZ ZANETTI**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2009**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

-----

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

-----

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha:

21 / 11 / 2009

Autores: -----

Felipe FOGLINO

-----

Javier FERNANDEZ

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestro director de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por darnos la posibilidad de realizar este trabajo de tesis y por el apoyo incondicional brindado durante la elaboración del mismo.

Al Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano por el apoyo y colaboración durante la realización del presente trabajo.

Ing. Agr. PhD. Mónica Cadenazzi por el asesoramiento y colaboración en el análisis estadístico de los datos.

Especialmente queremos agradecer a nuestras familias, amigos y novias por la confianza puesta en nosotros en todos los años de carreras.

A Sully Toledo y al personal de biblioteca, por siempre estar dispuestos a darnos una mano en las correcciones y búsqueda de materiales.

Y a todas las personas que de alguna u otra manera hicieron que este trabajo se pueda llevar a cabo correctamente.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	3
2.1 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA MEZCLA.....	3
2.1.1 <u>Lolium perenne</u> .....	3
2.1.2 <u>Trifolium repens</u> .....	5
2.1.3 <u>Lotus corniculatus</u> .....	6
2.1.4 <u>Agropyro elongatum o Thinopyrum poniticum</u> .....	7
2.2 IMPORTANCIA DE LAS PRADERAS CON MEZCLAS DE ESPECIE.....	8
2.3 PASTOREO.....	10
2.3.1 <u>Intensidad</u> .....	10
2.3.2 <u>Frecuencia</u> .....	12
2.4 PRODUCCIÓN Y CALIDAD.....	15
2.5 CONSUMO EN PASTOREO.....	17
2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL CONSUMO.....	18

2.6.1 <u>Disponibilidad, altura y estructura</u> .....	18
2.6.2 <u>Calidad</u> .....	21
2.6.3 <u>Selectividad</u> .....	22
2.6.4 <u>Pisoteo y deyecciones</u> .....	23
2.7 IMPACTO DEL SISTEMA DE PASTOREO SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL.....	24
2.7.1 <u>ASIGNACIÓN DE FORRAJE</u> .....	25
2.7.2 <u>Frecuencia del cambio de franja</u> .....	27
2.8 HIPOTESIS.....	30
2.8.1 <u>HIPÓTESIS BIOLÓGICA</u> .....	30
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	31
3.1 <u>INTRODUCCION</u> .....	31
3.2 <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES</u> .....	31
3.2.1 <u>Lugar y periodo experimental</u> .....	31
3.2.2 <u>Descripción del sitio experimental</u> .....	31
3.2.3 <u>Información meteorológica</u> .....	31
3.2.4 <u>Antecedentes del área experimental</u> .....	32
3.2.5 <u>Tratamientos</u> .....	32
3.2.6 <u>Diseño experimental</u> .....	32
3.3 <u>METODOLOGIA EXPERIEMENTAL</u> .....	32
3.3.1 <u>VARIABLES DETERMINADAS</u> .....	33
3.3.1.1 <u>Disponibilidad y rechazo de materia seca</u> .....	33
3.3.1.2 <u>Altura del disponible y del remanente</u> .....	33
3.3.1.3 <u>Materia seca desaparecida</u> .....	34
3.3.1.4 <u>Porcentaje de desaparecido</u> .....	34
3.3.1.5 <u>Producción de forraje</u> .....	34
3.3.1.6 <u>Tasa de crecimiento promedio</u> .....	34
3.3.1.7 <u>Composición botánica</u> .....	34
3.3.1.8 <u>Peso de los animales</u> .....	35

4.3.1.9 Ganancia de peso diaria.....	35
4.3.1.10 Asignación de forraje.....	35
4.3.1.11 Producción de carne por hectárea.....	35
3.4 ANALISIS ESTADISTICO.....	35
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	37
4.1 DATOS METEOROLÓGICOS.....	37
4.2 COMPOSICION BOTANICA.....	39
4.3 CRECIMIENTO TOTAL.....	42
4.4 DISPONIBILIDAD DE FORRAJE.....	43
4.5 FORRAJE REMANENTE.....	46
4.6 FORRAJE DESAPARECIDO.....	49
4.7 PORCENTAJE DE MATERIA SECA DESAPARECIDA.....	50
4.8 PRODUCCION ANIMAL.....	51
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	58
6. <u>RESUMEN</u> .....	59
7. <u>SUMMARY</u> .....	60
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	61
9. <u>ANEXOS</u> .....	67

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de diferentes asignaciones de forraje en la performance animal durante el invierno sobre diferentes tipos de pasturas.....	26
2. Efecto de la frecuencia del cambio de franja en la performance la performance animal.....	29
3. Composición botánica (%).....	40
4. Altura (cm) de forraje disponible.....	43
5. Alturas de disponibles y remanentes para los tratamientos.....	45
6. Altura remanente de los tratamientos.....	47
7. MS desaparecida (%).....	50
8. Producción de carne por animal según tratamiento.....	51
9. Asignación de forraje de los tratamientos.....	52
10. Ganancia diaria según tratamiento.....	52
11. Ganancia total por animal según tratamiento.....	55
12. Pesos máximos y mínimos de inicio de pastoreo.....	55
13. Pesos máximos y mínimos de fin de pastoreo.....	56
14. Producción de carne/Ha.....	56

### Figura No.

1. Registro de precipitaciones.....	37
2. Registro de temperaturas.....	38
3. Composición botánica.....	39
4. Crecimiento de MS/Ha según tratamiento.....	42
5. Disponibilidad de forraje según tratamiento.....	43
6. Coeficiente de variación de la altura de forraje disponible en función de los pastoreos.....	44
7. Remanente de MS/Ha según tratamiento.....	46
8. Coeficiente de variación de altura del forraje remanente en función de los pastoreos.....	48
9. MS desaparecida/Ha según tratamiento.....	49
10. Evolución de las ganancias diarias a lo largo del periodo de pastoreo.....	54

## 1. INTRODUCCION

Las pasturas cultivadas mixtas suponen la sustitución total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas. Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explotando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias (Carámbula, 2004). 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).

En cuanto a la dinámica de las especies en la mezcla, la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa, dado que es más fácil establecer leguminosas que gramíneas (Carámbula, 1991). 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, la invasión de especies mejor adaptadas pero menos productivas termina dominando las praderas.

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 (Escuder, 1996).

En los sistemas de pastoreo rotativo se podría soportar mayor carga sin disminuir significativamente la ganancia por animal y aumentarse la producción por hectárea debido a un aumento en la producción del forraje. Estos resultados pueden variar dependiendo del clima, suelos, topografía y tipo de pasturas (Whitter y Schmitz, citados por Bertelsen et al., 1993). Sin embargo es discutido el efecto del tiempo de ocupación de pastoreo para aumentar la producción tanto primaria como secundaria.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la productividad de una mezcla forrajera de primer año, con *Agropyron elongatum* cv. Rayo INTA, *Lolium perenne* cv. Horizon, *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus corniculatus*

cv San Gabriel sometidos a dos periodos de ocupación de pastoreo. Asimismo se evaluara la productividad animal, a través de la ganancia media diaria y la producción por hectárea. En función de estas variables se determinara la respuesta de la pastura a los diferentes tratamientos aplicados para brindar recomendaciones de manejo que permitan mejorar la eficiencia y persistencia de la misma.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

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

#### 2.1.1 Lolium perenne

Es una especie perenne, con ciclo de producción invernal (otoño-invierno-primavera) y hábito de crecimiento cespitoso, de gran adaptación al pastoreo, debido a su facilidad de rebrote, resistencia al pisoteo y elevada agresividad (Carámbula, 2002).

Especie de fácil establecimiento, muy macolladora y precoz (Langer, 1981). Según Betín (1975), el buen establecimiento del raigras perenne es debido a la rapidez de la germinación y a su rápida brotación. Es una forrajera que permite pastoreos prolongados debido a que florece tardíamente, lo que permite conservar durante una mayor cantidad de tiempo, una alta calidad de forraje (Laissus y Allerit, citados por Carámbula, 2002).

Presenta un amplio espectro de adaptabilidad a suelos húmedos, de zonas bajas o moderadamente altas (Betín, 1975).

El *Lolium perenne* es una especie de gran difusión en países de Europa y N. Zelanda, en mezclas con trébol blanco, construye la base de la producción de pasturas. Este hecho, junto con la calidad forrajera de esta gramínea a dado lugar a numerosas investigaciones por parte de los países que lo han introducido (García et al., 2004).

Es una especie muy afectada por temperaturas desfavorables como heladas tardías y primaveras frías, por lo cual, pasturas con raigras dominante pueden presentar problemas de persistencia en el segundo año de utilización (Munro y Davies, 1973). Se desarrolla mejor entre los regimenes de temperatura de 23-16 °C diurnos – 17-10 °C nocturnos, disminuyendo su producción y habilidad competitiva a temperaturas mayores (31°C – 25°C) (Cook et al., citados por Carámbula, 2002). Según Langer (1981), la mayoría de las gramíneas de origen templado como esta, parecen tener temperaturas óptimas para el crecimiento foliar que varíen entre 20-29°C. Se adapta a climas templados, húmedos y particularmente a aquellos frescos, nubosos y sombríos (Carámbula, 2002).

El comportamiento del raigras perenne es muy pobre durante el verano, dadas sus exigencias de humedad; la especie no tolera la sequía. En pasturas de vida larga muchas veces necesita de ser resembrado. Varias de las condiciones ecológicas que presenta la región y particularmente Uruguay son limitantes para que esta especie prospere o al menos lo hagan la mayoría de los cultivares disponibles. La persistencia del raigras perenne depende en gran parte del cultivar utilizado, de la intensidad de utilización y de las condiciones climáticas (Carámbula, 2002).

Con referencia a la producción de forraje el raigras perenne en el primer año de producción produce de 4 a 10 toneladas de materia seca por hectárea, por lo que asemeja su potencial de producción en el primer año en buenas condiciones a un raigras anual (Betín, citado por Agustoni et al., 2008).

En cuanto a los cultivares, los tetraploides han presentado una serie de ventajas tales como:

- + Mayor palatabilidad y consumo por parte del animal, por presentar mayor contenido de carbohidratos solubles (Langer, 1981).

Aunque según Langer (1981) estos cultivares también presentan desventajas:

- + Carencia de densidad y persistencia
- + Alto contenido de agua lo que implica una menor proporción de materia seca.

En particular el cultivar de *Lolium perenne* cv. Horizon, evaluado en el presente trabajo posee como principales características y ventajas, ser un cultivar de raigras perenne y tetraploide con una muy alta producción primaveral, al igual que una elevada calidad de forraje producido, siendo apetecible para los animales. Además, también presenta una muy buena capacidad de rebrote, así como muy buena sanidad de hojas. Por último es de destacar la alta tasa de sobrevivencia que posee este cultivar durante el verano, lo cual es una limitante del raigras perenne como se mencionó anteriormente.

Este cultivar fue desarrollado a partir de un grupo de cultivares excelentes a los cuales se les duplicó la dotación cromosómica. La selección por uniformidad, productividad, persistencia, resistencia a enfermedades fúngicas, densidad de macollos y tolerancia a la sequía (AgroKyum, citados por García Pintos, 2008).

Por otro lado tenemos atributos que si bien son buenos, no son los más destacables, como ser una buena velocidad de establecimiento y producción

otoño-invernal, características que son más del raigras anual. También se resalta su capacidad de macollaje como un aspecto positivo, aunque sin ser este último uno de los mejores atributos.

Según Saldanha et al. (2008) el efecto del pastoreo intermitente en el número y tamaño de macollos y hojas, de una pastura de *Lolium perenne* en su primer año de vida, existe efecto de la presión de pastoreo y de la fecha de realización de este en todas las variables, e interacción entre ambos efectos para tamaño de macollo y de lámina y números de hojas.

*Lolium perenne* bajo pastoreo continuo y condiciones ambientales no limitantes presenta rendimientos constantes de forraje bajo diferentes cargas de animales, debido a la compensación entre número y tamaño de macollos. A su vez bajo pastoreos intermitentes la variación en el IAF en la pastura es máxima lo que determina que el proceso de adaptación deba cambiar en breves lapsos de tiempo con el micro ambiente (Saldanha et al., 2008).

El número de macollos es afectado por la asignación de forraje, siendo este mayor al disminuir la intensidad de pastoreo. Esto se explicaría por el estrés impuesto a las plantas por las altas intensidades de pastoreo (Saldanha et al., 2008).

El tamaño de los macollos ( $\text{mg de peso seco macollo}^{-1}$ ), fue afectado por la intensidad y número de pastoreos. Las plantas bajo defoliaciones intensas deben recomponer su aparato foliar a partir de menor área foliar remanente y de meristemas menos diferenciados, lo que determina un mayor costo energético y menor velocidad de crecimiento. Si bien el número de hojas por macollo es independiente de la presión de pastoreo, el número de láminas totales es mayor a mayor asignación (Saldanha et al., 2008).

### 2.1.2 Trifolium repens

Es una leguminosa perenne invernal, de hábito de crecimiento estolonífero, de mayor producción en primavera. Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez de aportarles grandes 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 es susceptible a períodos prolongados de sombra (Langer, 1981).

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

La gran adaptación de esta especie al manejo intenso y frecuente, acompañados de altos rendimientos de materia seca que produce se deben a atributos como: habito estolonifero, meristemas bajo el horizonte de pastoreo, índice de área foliar óptimo 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 mas adecuado seria 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 regimenes 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 lo mismo ocurre frente a periodos secos (Brougham, 1956).

### 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 y Ducamp, 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 una estacionalidad más marcada a medida que el cultivo envejece (Carámbula, 2002).

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 foliolos, meristemas apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte. De esta forma las hojas mas nuevas se encuentran en la parte superior del canopeo, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de baja capacidad fotosintética, siendo el rebrote en gran parte dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

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

#### 2.1.4 Agropyro elongatum o Thinopyrum ponticum

Es una gramínea perenne estival, con un hábito de crecimiento cespitoso. Se adapta bien a condiciones ambientales muy restrictivas para la mayoría de las gramíneas sembradas tales como pH mayor o igual a 7,4, suelos alcalinos y sódicos (Carámbula, 2002).

Introducida pero naturalizada en la provincia de Buenos Aires, Argentina. Los valores más altos de producción de forraje son registrados en primavera verano, época en el que los factores bióticos son más adecuados. Tolerancia excesos de agua pero tiene bajo crecimiento a bajas temperaturas (Carámbula, 2002).

Responde bien al nitrógeno y la fertilización con este nutriente en el otoño permite incrementar la producción de forraje invernal (Carámbula, 2002).

Esta especie presenta tolerancia a altas concentraciones de sales, inundaciones frecuentes y sequía, el agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*)

es la gramínea forrajera más cultivada en los campos bajos de la Región Pampeana, como también en áreas sujetas a esos factores limitantes en las regiones semiáridas y en la Patagonia. Principalmente, en suelos con pH alto, las plántulas emergen lentamente y, por lo tanto, la implantación resulta dificultosa.

La Unidad Integrada Balcarce (Facultad de Ciencias Agrarias de la UNMdP -INTA Balcarce) -Buenos Aires- seleccionó una nueva variedad que fue inscrita en el Registro Nacional de Propiedad de Cultivares de la SAGPyA como RAYO INTA-FCA. Este material se destaca por su alto peso de 1.000 semillas -6,2 g-, poder germinativo y velocidad de emergencia. Al mismo tiempo, posee un excelente vigor de implantación en campos bajos con alto pH, entre 8,5 y 9. Estas características permiten acortar el lapso entre siembra y primer pastoreo respecto de las variedades comunes.

El cultivar Rayo INTA fue seleccionado por la velocidad de implantación y calidad forrajera, a su vez se adapta a suelos con capacidad de uso limitada tanto por hidromorfismo y alcalinidad como por drenaje excesivo.

## 2.2 IMPORTANCIA DE LAS PRADERAS CON MEZCLAS DE ESPECIES

Según Carámbula (2002) las mezclas de especies estivales e invernales pueden resultar más productivas que mezclas simples estacionales sembradas separadamente.

*Lolium perenne* es una de las especies de gramíneas más compatibles con trébol blanco (Chestnutt y Lowe, citados por Elgersma et al., 1998a). Según Collins y Rhodes, citados por Elgersma et al. (1998b), esta compatibilidad se daría si el contenido del trébol blanco es suficiente como para optimizar los beneficios de la fijación de nitrógeno y hacer el máximo uso nutricional del mismo.

De incluirse raigras perenne en el rol de gramíneas de una mezcla, el forraje disponible durante el verano será completamente desbalanceado a favor del componente leguminoso de la mezcla. En este caso la introducción de una gramínea perenne estival permitiría incrementar la producción en el verano y reducir el enmalezamiento estival (Santiñaque, 1981).

Durante el periodo de establecimiento de la pastura existen efectos de dominancia de raigras perenne sobre el trébol blanco, el cual se ve incrementado realizando cortes poco frecuentes, o en menor grado, efectuando

cortes poco severos. Estos efectos de la época de establecimiento continúan en la primavera y principios del verano del primer año (Harris y Thomas, 1973). A su vez pastoreos que hagan que el *Lolium perenne* presente sistemas radiculares más vigorosos y activos permiten una mayor persistencia de esta especie en la mezcla.

En general el trébol blanco no es eliminado de la pastura en ninguna ocasión, pero presenta mayor rendimiento a menores frecuencias de pastoreo. Se destaca que cuando el trébol blanco alcanza altos rendimientos, en ninguna ocasión marca una superposición del *Lolium perenne*. En Nueva Zelanda cuando en verano el trébol blanco es quien provee la mayor parte del forraje, se debe a la dominancia estacional y no a la competencia ínter específica, ya que el efecto surge como consecuencia de un pobre crecimiento del raigras perenne en dicha época (Harris y Thomas, 1973).

A su vez las mezclas formadas por trébol blanco-lotus como componente leguminosa son los más comunes de la región. Esta se trata de una mezcla de gran adaptación a distintas condiciones climáticas, diferentes tipos de suelos dentro de cada potrero y a manejos de defoliación bastante indefinidos, por lo cual muestran siempre aceptable comportamiento y amplia versatilidad. Estos atributos son de vital importancia ya que permiten entregar con mayor seguridad forraje durante un periodo amplio de tiempo, dado que ambas son especies de ciclos complementarios (Carámbula, 2007).

Por otra parte, teniendo en cuenta que se trata de especies correspondientes a distintos géneros, ellas presentan diferentes susceptibilidades a las plagas y enfermedades más comunes y, por consiguiente, la población mezclada de individuos actúa de barrera natural. Así mismo, la presencia de lotus disminuye las posibilidades de que haya meteorismo (Carámbula, 2007).

A pesar de las ventajas que presenta esta asociación, la siembra de cada especie sembrada pura presenta mayores rendimientos, esto se fundamenta en el hecho de que, tanto los niveles de fertilidad en que se trabaje como los manejos de defoliación que se apliquen pueden ejercer efectos de gran incidencia sobre el comportamiento de la mezcla (Carámbula, 2007).

## 2.3 PASTOREO

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

### 2.3.1 Intensidad

Con referencia a la biomasa cosechada en cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura de rastrojo al retirar los animales, lo que no solo afecta la biomasa cosechada en 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 siguiente. En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente fotosintéticamente eficiente (Carámbula, 2004).

Para evitar inconvenientes y como recomendación general, las especies prostradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm y las erectas entre 5,0 y 7,5 cm. De no realizarse así se pueden causar daños irreparables (Carámbula 2002, Agustoni 2008).

Para el raigras perenne cv. Horizon la intensidad de pastoreo óptima en el primer año de vida durante otoño-invierno-primavera es de 2,5 cm llegando a producir 11000 Kg./MS ha anuales; mientras para mezclas la intensidad óptima de pastoreo es de 7,5 cm llegando a producir más de 12000 kg MS/ha (Zanoniani et al., 2006).

Las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y en la estructura del forraje ofrecido a los animales. Altas intensidades de pastoreo se generan pasturas más tiernas, con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, determinando un mayor aprovechamiento del forraje (Zanoniani et al., 2006). Con bajas intensidades de pastoreo se logran pasturas con tallos más desarrollados con menor proporción de hojas. (Zanoniani et al., 2006). Pasturas más altas determinaron mayores disponibilidades y utilización de las hojas (Zanoniani et al., 2006).

Según Soca y Chilbroste (2008) se obtiene menor producción en los pastoreos de mayor intensidad, sin embargo la utilización del forraje producido

es mayor debido a la mayor remoción de forraje verde y a las menores pérdidas por senescencia. Esta mayor utilización del forraje no se refleja en mayores consumos, ya que la producción de forraje es menor y por ende cae la producción animal individual, lo cual puede estar determinado por menores consumos y mayores costos de cosecha (principalmente en los últimos días del período de pastoreo cuando el forraje presenta menor altura). En cambio, incrementos en la intensidad de pastoreo llevaron a mayor producción por unidad de superficie debido al incremento en número de animales por hectárea y a la mayor cantidad de suplemento por hectárea suministrado; la disminución en la producción individual fue más que compensada por incremento en el número de animales.

Por otro lado, Zanoniani et al. (2006) encontraron que diferentes manejos de pastoreo no determinaron diferencias significativas para distintos cultivares de raigras durante el primer año de vida a pesar de existir diferencias de producción de forraje de hasta 1500 kg/ha MS. Si se encontraron diferencias entre las alternativas siendo estadísticamente superior la mezcla (*Lolium perenne* cv Horizon con *Trifolium repens* cv Zapicán y *Lotus corniculatus* cv San Gabriel) y raigras Galaxy, seguido por los cultivares Horizon y por último LE 284.

Según Agustoni et al. (2008), 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. 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. En este caso la carga óptima estaría comprendida entre 5,6 % y 6,8 % de asignación.

Con una defoliación aliviada una hoja puede demorar en desplegarse 2,6 días, mientras que bajo una defoliación intensa puede tomar 3,5 días, teniendo una actividad fotosintética menor, un menor peso de estolones y una mayor proporción de muerte de estolones que las plantas defoliadas menos severamente (Chapman y Robson, citados por Olmos, 2004).

Se encontró que incrementos en la altura de defoliación llevan a mejoras en la tasa de crecimiento de forraje y las ventajas son mayores en rendimiento acumulado de forraje (Soca y Chilbroste, 2008).

Con referencia a la utilización de forraje se detectó una relación lineal con la intensidad de pastoreo, aumentando al reducir la altura del remanente. La ecuación que expresa esta relación fue: % Utilización =  $92,1 - 2,2 \times (p = 5 \%; R^2 = 0,9)$  (Zanoniani et al., 2006).

La capacidad de rebrote de una pastura luego del pastoreo depende del área foliar remanente y de la capacidad fotosintética de la misma, a su vez esta última depende de la luminosidad y de la temperatura. Cuando el área foliar se desarrolla en condiciones de baja luminosidad y temperatura, el área remanente es de baja eficiencia fotosintética, sucediendo lo contrario en condiciones opuestas (Nabinger, 1998).

Con respecto a la morfología, las especies cespitosas de porte alto, se adaptan mejor al pastoreo rotativo, mientras que las de porte bajo, postradas o estoloníferas, son más apropiadas para el pastoreo continuo (Nabinger, 1998).

En relación a la rapidez y eficiencia con que se realiza el crecimiento de los sistemas radiculares, será tanto menor cuanto más maltratadas hayan sido por sobre pastoreos las plantas en el invierno. En estas ocasiones no solamente se impedirá la acumulación de reservas en órganos más perecederos de las plantas, sino que el pastoreo altera también el micro ambiente debido a la acción física del pisoteo sobre la parte aérea de las mismas y sobre la parte subterránea (compactación, falta de aireación y menor infiltración de agua) (Carámbula, 2002).

### 2.3.2 Frecuencia

La frecuencia de defoliación es el intervalo entre dos periodos 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 determinara la longitud del periodo de crecimiento será 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 mas intenso con defoliaciones mas 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 (Kessler y Nosberger, citados por Elgersma et al., 1998b).

La estructura de una pastura varia 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 practica 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 (Escuder, 1996).

El manejo del pastoreo define la interacción "planta-rumen-animal", la cual conecta al estado fisiológico-nutricional del animal, la accesibilidad y valor nutritivo del pasto disponible, como también el efecto del manejo sobre la capacidad de consumo de nutrientes por parte de los animales (Gregorini et al., 2006).

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., 1978), 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 pastoreo rotativo y el manejo para mantener reservas adecuadas de carbohidratos en las raíces o rastrojo y el área de hojas residuales respectivas, darán como resultado máximas tasas de crecimiento posteriores (The Stockman Farmer, 2000).

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 periodo de rebrote es aumentado en pastoreos continuos por un considerable periodo de tiempo para tener aumento en la acumulación de materia seca. En cambio en pastoreos menos intensos el periodo 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).

Durante el periodo reproductivo muchas especies acumulan materia seca por un tiempo más largo y alcanzan un IAF techo mayor que en la fase vegetativa. De esta forma, el aumento del periodo de descanso en la estación reproductiva puede traer aparejado una producción mayor de materia seca anual (Nabinger, 1998).

Pasturas mantenidas con bajo IAF en pastoreo continuo presentan mayor número de macollos, pero su tamaño es menos. 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 periodo no puede depender continuamente de las reservas pues estas no son restablecidas debido al bajo IAF entre tanto, 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).

## 2.4 PRODUCCIÓN Y CALIDAD

Establecer un sistema de pastoreo rotativo, mejora el rendimiento por hectárea con respecto al pastoreo continuo. Estos sistemas permiten una rápida comida, con un descanso posterior suficiente para que vuelva a crecer la pradera. Además, deberemos tener en cuenta la adecuación de la carga animal según las tasas de crecimiento del forraje y sus cambios (The Stockman Farmer, 2000).

El pastoreo continuo puede ser perjudicial para la producción animal con altas presiones de pastoreo al reducir la oferta de forraje a través de su efecto sobre el IAF global, no obstante, en bajas presiones de pastoreo que determinan el mantenimiento de un IAF próximo a la máxima intercepción de radiación, el pastoreo continuo puede ser más favorable que el pastoreo rotativo pues mantiene un IAF constante a lo largo de la estación favorable, evitando la disminución acentuada en la intercepción debido a la drástica reducción del IAF después de la defoliación que se observa en el pastoreo rotativo (Nabinger, 1998).

Comparando con el pastoreo continuo, los sistemas de rotación de pasturas las mantienen en un estado de crecimiento más activo. También, disminuye la selección del pasto, permitiendo un pastoreo más parejo con el posterior crecimiento uniforme de las parcelas. Hay que tener en cuenta que la calidad del forraje difiere en diferentes estratos del pasto, especialmente en las leguminosas en menor medida en las gramíneas (The Stockman Farmer, 2000).

La calidad forrajera de las leguminosas es mayor en la parte superior de la pastura que en la inferior (The Stockman Farmer, 2000).

El contenido de energía sigue siendo un modelo similar, sin embargo no es tan grande la tasa de declinación. Esta estratificación de calidad tiene implicancias prácticas. Comer la parte superior para obtener mayores ganancias, es una técnica que se denomina pastoreo superior, siendo las invernales excelentes en este tipo de pastoreo, porque seleccionan la mayor

calidad del forraje y maximizan las ganancias diarias. Sin embargo, quedan cantidades significativas de forraje residual cuando se utiliza el pastoreo superior, el que a pesar de tener menor calidad, todavía es valioso para las vacas vacías u otros animales con menores requerimientos nutricionales, llamándose a este sistema segundo pastoreo (The Stockman Farmer, 2000).

La eficiencia de utilización de forraje en sistemas de pastoreo puede ser definida como la producción de forraje disponible que es removida por los animales antes de ocurrir senescencia, la cual depende de la sección de la hoja que escape a la defoliación. De esta forma la eficiencia máxima de utilización requiere el conocimiento de la duración de la vida de la hoja de la pastura y la severidad con que se produce la defoliación. La utilización del forraje no va a depender del tipo de pastoreo (continuo vs. rotativo) sino que va a depender de la vida media de las hojas de la pastura y de los niveles de nitrógeno que tengan disponibles la pastura para su buen crecimiento (Nabinger, 1998).

La rotación de pasto provee una mejor distribución de materia fecal (fertilidad) comparado con el pastoreo continuo tradicional, en donde la mayor parte se distribuye cerca de la sombra y el agua.

El mantenimiento de la fertilidad en las pasturas basado estrictamente en el abono puede resultar fácil en algunas y difícil en otras. Monitoreos realistas de la fertilidad a través de análisis del suelo y prácticas de pastoreo que aumentan la uniformidad de distribución, deben considerarse puntos clave para mantener la fertilidad con nutrientes reciclados de la materia fecal y orina (The Stockman Farmer, 2000).

En la mayoría de las pasturas, hay una gran cantidad de forraje que nunca se consume y eventualmente decae. Los sistemas de pastoreo continuo tradicionales pueden llegar a usar solo el 30-40% del forraje disponible, perdiéndose el resto por sobre maduración o muerte. La mayoría de esta pérdida ocurre por cargas inadecuadas o durante periodos de crecimiento rápido, cuando existe un exceso en relación a la demanda que el ganado realiza. El acortamiento de los periodos de pastoreo de siete a tres días, aumenta la utilización del 50-65%; a dos días de 55-70%; y a un día entre el 60-70% (The Stockman Farmer, 2000).

## 2.5 CONSUMO EN PASTOREO

La tasa de crecimiento de un animal depende principalmente del consumo de nutrientes y en segundo lugar de la eficiencia de conversión de los nutrientes consumidos en tejido animal (Hodgson, 1990).

Según Blaser et al. (1960), Mc Meekan y Walshe, citados por Montossi et al. (1996), la productividad animal será un efecto directo de la cantidad y calidad del forraje consumido, pero modificados por la habilidad del propio animal en digerirlo y transformar esa materia en nutrientes asimilables. A su vez, Poppi et al. (1987), Stobbs, Hodgson, citados por Montossi et al. (1995), Elizondo et al., (2003), concuerdan en que el factor más importante en determinar la productividad animal es el consumo diario de forraje.

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

Los que afectan la digestión del forraje (relativos a la madurez y concentración de nutrientes del forraje consumido).

Los que afectan la ingestión del forraje (relativos a la estructura física y canopia del forraje).

Los que afectan la demanda de nutrientes y capacidad ingestiva y digestiva del animal (relativos a la madurez y estado productivo del animal).

Este autor destaca que la cantidad de forraje consumido va a estar determinada por el balance entre estas fuerzas, donde el requerimiento alimenticio tiene un rol positivo y la saciedad física y restricciones comportamentales actúan negativamente.

Según Hodgson (1990), el consumo se ve afectado por la digestibilidad de la pastura consumida (cantidad de pared celular, largo de fibra, madurez del tejido vegetal, contenido de agua y palatabilidad) y la habilidad del tracto digestivo para procesar el alimento (relacionada al tamaño, la tasa de absorción del producto de la digestión y la tasa de pasaje de los residuos indigestibles).

Chilibroste (1998), reporta también que la capacidad del tracto gastrointestinal sería el principal responsable del control del consumo en rumiantes y a su vez plantea que existe una relación entre consumo y digestibilidad, siendo ésta positiva en un rango de digestibilidades en que la

regulación del consumo es por "llenado" y cero en el rango en que el control depende de los requerimientos energéticos del animal.

Según Hodgson (1990) la composición botánica y estructural del canopy del forraje tiene un efecto directo en la ingestión del mismo, aparte de la composición química de este.

La utilización de un nutriente que proviene de una cierta clase de alimentos puede sufrir alteraciones según el tipo de aparato digestivo, la especie animal, edad, nivel de consumo, procesamiento del alimento, las necesidades del nutriente, enfermedades, parasitismo y condiciones adversas (Church, 1990).

La cantidad de nutrientes consumidos en pastoreo son afectados directamente por diferentes variables tales como, características de la pastura, comportamientos digestivo, selectividad, patrón de pastoreo, relaciones sociales, factores climáticos y factores del animal, que serán analizados a continuación.

## 2.6 CARACTERÍSTICAS DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL CONSUMO

La cantidad de forraje, su valor nutritivo y la estructura de la vegetación a la que el animal tiene acceso, incide decisivamente en su consumo, comportamiento y productividad en pastoreo (Stobbs, Arnold, Hodgson, Legendre y Fornit, Fryxell, citados por Montossi et al., 2000)

### 2.6.1 Disponibilidad, altura y estructura

Las variaciones en las condiciones de la pastura influyen en el consumo y por lo tanto en la performance animal. Existe una respuesta en la performance animal a la cantidad, madurez y distribución de las hojas en el forraje (Hodgson, 1990).

La disponibilidad de forraje guarda relación estrecha con el comportamiento animal (Milot, citado por Carámbula, 1996). De esta forma los efectos de la disponibilidad además de afectar la cantidad de forraje consumido, modifican su calidad a través de las oportunidades de selección de la dieta (Jamieson y Hodgson, 1979).

La disponibilidad de forraje tiene un efecto directo en el consumo. A medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado, pero se

obtiene un mayor peso de bocado, permitiendo un mayor consumo (Jamieson y Hodgson, 1979).

En el rango de 500 a 2500 kg MS/ha se corresponden con buenas posibilidades de selectividad por el animal y cantidades no limitantes para consumo, mientras que disponibilidades menores disminuiría la cantidad y calidad de consumo (Risso y Zarza, 1981).

A baja disponibilidad la cantidad de forraje es insuficiente y el consumo desciende, aunque la calidad ofrecida es muy buena debido a un rebrote constante. Con altas disponibilidades, si bien la cantidad de forraje es suficiente, su calidad es inferior por la acumulación excesiva de restos secos (Carámbula, 1996).

La altura de la pastura también es un componente determinante del consumo animal y provoca un efecto importante en el comportamiento ingestivo y en la productividad animal. Bajo un sistema rotacional, el forraje consumido y la productividad animal empiezan a declinar cuando la altura del forraje es menor a diez centímetros (Hodgson, 1990).

Realini et al. (1990) trabajando con novillos cruza con Angus de 26 meses sobre una pastura de raigras perenne y trébol blanco en verano, a dos diferentes cargas, reportan que, a mayor altura de forraje, la ganancia de peso vivo individual tiende a aumentar, lo que permitiría compensar disminuciones en la carga (de 5,8 a 2,9 novillos por hectárea) y obtener mayor producción por unidad de superficie.

En cuanto al patrón de consumo, la altura del forraje tiene un efecto directo en la profundidad y área de bocado, determinando el consumo por bocado. A medida que aumenta la altura del forraje el peso de bocado crece linealmente (Laca et al., 1992).

La estructura es otro factor que afecta al consumo, a su vez esta es afectada entre otros por los tipos y proporción de especies que se encuentran en el tapiz, el manejo del pastoreo, edad de la pastura, estación del año y condiciones de fertilidad (García, 1995).

En pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas, las hojas vivas se encuentran concentradas en la parte más alta y los restos secos, tallos y vainas en las partes más cercanas al suelo (Hodgson, 1990). Al aumentar la gramínea se da un aumento en la concentración de forraje en el horizonte inferior, particularmente en el periodo invernal (García, 1995).

A mayor edad de la pastura, aumenta la densidad en el estrato inferior (0-5 cm), así como mayores porcentajes de materia seca y menor digestibilidad (García, 1995).

La estructura de la pastura cambia con la estación del año, modificando la distribución espacial de la materia seca en los estratos. Un ejemplo de esto lo reporta García (1995), mostrando que al pasar de setiembre a diciembre la densidad de las pasturas disminuyó en el estrato inferior y tendió a aumentar en el estrato superior.

Normalmente en un tapiz uniforme, los animales pastorean en un plano vertical haciéndolo primero en las capas superiores más accesibles, para luego ir profundizando en el perfil hasta llegar al forraje senescente y muerto ubicado en la parte inferior de la pastura, el cual al principio es desechado. A medida que el animal pastorea horizontes inferiores, se dificulta y deprime el pastoreo, disminuyendo además la digestibilidad de la pastura (Carámbula, 1996).

Meunier (1973) divide la estructura de la pastura en cinco zonas, desde la base hasta la última hoja. En el primer corte que el animal realiza, arranca una gran parte de las hojas, correspondiente a la zona 1, donde se encuentran la mayor parte de los carbohidratos en forma de sacarosa y almidón. En el segundo y tercer corte, come el resto de las hojas y parte de los tallos, donde los carbohidratos son transportados bajo formas simples (glucosa o fructosa). Finalmente en el cuarto y quinto corte, se consumen las partes más bajas de los tallos, donde los carbohidratos se encuentran en formas más complejas.

En pastoreos rotativos hay cambios progresivos en estructura y calidad a medida que se va consumiendo la pastura por lo que la ingesta es variable en cantidad y valor nutritivo (Hodgson, 1990).

Blazer et al. (1960) trabajando con novillos sobre praderas de gramíneas y leguminosas evaluaron el efecto de pastorear diferentes horizontes de la pastura sobre el desempeño animal. Estos autores reportan que la ganancia diaria por animal es mayor cuando los animales pastorean las partes más altas del tapiz que cuando pastorea la planta entera. A su vez las ganancias son mayores cuando pastorean la planta entera que cuando lo hacen en el horizonte más bajo del tapiz.

## 2.6.2 Calidad

La calidad o valor nutritivo de una pastura depende principalmente de la etapa de crecimiento, de la relación tallo-hoja, de la cantidad de restos secos y de la composición química de las fracciones involucradas (Carámbula, 1996).

La concentración de los principales constituyentes orgánicos del tejido vegetal (compuestos de carbono y nitrógeno), son principalmente función de la madurez de la planta, existiendo mayor cantidad de componentes nitrogenados en los tejidos jóvenes. Luego que las plantas del tapiz alcanzaron la etapa reproductiva, existe una menor digestibilidad del forraje (Hodgson, 1990).

Los dos principales componentes de las pasturas (gramíneas y leguminosas) difieren en sus proporciones relativas de caña y hoja de la planta y en la digestibilidad de estos componentes (Hodgson 1990, Carámbula 1996).

La calidad del pasto varía significativamente a lo largo del día, desde el amanecer al atardecer. Esta variación se debe a la pérdida de humedad, aumento de la concentración de azúcares y reducción de la concentración de fibra, resultando en una mayor digestibilidad. Por lo tanto se mejoraría la productividad animal y se utilizaría de forma más eficiente los nutrientes aportados por el pasto cuando los animales pastorean durante la tarde (Gregorini et al., 2006).

El consumo de forraje aumento más o menos a tasa constante según el valor de la digestibilidad, aunque la relación entre la digestibilidad de la dieta y el consumo es compleja (Hodgson, 1990). Según este autor, a una misma digestibilidad, dependiendo de la especie de la planta y su composición, la tasa de digestión puede diferir. Las leguminosas tienen un menor contenido de pared celular frente a las gramíneas a cualquier nivel de digestibilidades, por lo tanto la tasa de digestión y la cantidad consumida son mayores en leguminosas que en gramíneas.

Las dietas con altos contenidos de fibra son consumidas en menores cantidades, debido a que por la estructura de la fibra son digeridas más lentamente. Como la digestibilidad declina progresivamente con la edad de la pastura se espera que el consumo también se reduzca progresivamente al madurar el forraje (Hodgson, 1990).

Reid (1966) estudiando la importancia relativa entre consumo de forraje y valor nutritivo por unidad de peso (MS indigestible, nutrientes digestibles totales y energía digestible) sugiere que, a medida que la calidad del forraje aumenta,

la respuesta de los animales se puede atribuir en un 90% al aumento del consumo y más o menos 10% al aumento en el valor nutritivo por unidad de peso. Si bien estas cifras no deban considerarse como constantes, el punto importante es que el consumo tiene considerablemente más influencia por unidad de peso que el valor nutritivo.

Los horizontes más altos del forraje presentan mayor contenido de materia seca digestible y proteínas, reduciéndose estos a medida que aumenta la profundidad del horizonte de pastoreo. A su vez la digestibilidad de la pastura se comporta inversamente proporcional al contenido de fibra, siendo este mayor en los horizontes más bajos del tapiz (Blaser et al., 1960).

### 2.6.3 Selectividad

Robbins, citado por Montossi et al. (2000) define a la selectividad como “un proceso dinámico, multifactorial, que integra los requerimientos animales y sus capacidades metabólicas, con un vasto conjunto de plantas con diferentes configuraciones químicas y espaciales que determinan distintos valores absolutos y relativos de los diferentes componentes de la dieta”.

Los vacunos tienden a ser menos selectivos que los ovinos en la mayoría de los casos y todavía menor que las cabras (Hodgson, 1990). Arnold (1981), Hodgson (1990), Montossi et al. (2000) concuerdan que durante el proceso de selección el uso de la lengua en el vacuno y el hecho de poseer una mandíbula más grande no le permite ser tan preciso como el ovino en seleccionar los componentes de mejor calidad del forraje ofrecido.

La dieta consumida por el animal en pastoreo, usualmente contiene mayor porcentaje de hoja y tejido vivo que el forraje ofrecido. Esto quiere decir que el valor nutritivo de la dieta es usualmente mayor que el total de la pastura (Blaser et al. 1960, Hodgson 1990).

Según Arnold (1981), Poppi et al. (1987) los animales tienden a seleccionar forraje verde porque éste es normalmente más digestible y tiene mayor cantidad de nutrientes que el forraje seco.

La oportunidad de seleccionar está influenciada por la proporción relativa de las diferentes especies, sus componentes morfológicos y su distribución relativa en el tapiz. A su vez, los animales pastoreando una pastura mezcla, tienden a seleccionar ciertas especies y evitar otras. Normalmente los animales pastorean indiscriminadamente las hojas superiores y por lo tanto la composición botánica de lo consumido se asemeja más a la de los horizontes

más superficiales (Hodgson, 1990). Los animales que pastorean las partes más altas de la pastura seleccionan forraje con mayor contenido de proteínas, lípidos y digestibilidad, pero menor en contenido de fibra que los que pastorean las partes más bajas (Blaser et al., 1960).

Según Hodgson (1990), Montossi et al. (2000) la selectividad aumenta al incrementarse la altura del tapiz y es menor en tapices mas bajos. Por lo tanto los animales prefieren forrajes altos y espaciados más que bajos y densos.

Para Arnold (1981) vacunos y ovinos a medida que transcurre el día tienden a seleccionar más componentes del tapiz con mayor contenido de nitrógeno. Durante la mañana el pastoreo es menos selectivo, por tratar de ingerir mayores volúmenes de forraje. Por la tarde el pastoreo es más selectivo, ya que presentan un mayor grado de saciedad si la pastura no es limitante.

Según Ungar (1998) cuando la estructura de la pastura es heterogénea, al aumentar la asignación aumenta la selección por parte del animal.

A baja asignación de forraje la cantidad de forraje rechazado es baja y la capacidad de seleccionar del animal se ve limitada. Contrariamente altas asignaciones permiten al animal seleccionar el forraje con mayor digestibilidad, mayor contenido de proteínas y menor porcentaje de fibra (Blaser et al., 1980).

En cuanto a la edad, Hodgson (1990) observó que los animales más jóvenes tienden a ser más selectivos que los adultos, aunque no hay evidencia que lo confirme. Sin embargo, Demment Van Soest, citados por Montossi et al. (2000) sugieren que, animales pequeños tienen mayores costos metabólicos por unidad de volumen del rumen que los animales más grandes. Como consecuencia, los animales más pequeños tienen que seleccionar forraje con alta tasa de fermentación, rápida producción de energía y alta velocidad de pasaje a través de rumen.

#### 2.6.4 Pisoteo y deyecciones

Por más intensivo que sea el pastoreo, tanto ovinos como vacunos no utilizan uniformemente todo el espacio de pastoreo. El pastoreo desuniforme provoca un efecto sobre el grado y frecuencia de defoliación (Arnold, 1981).

Watkin y Clements, citados por Carámbula (1996), mencionan que el pisoteo produce una reducción significativa y progresiva en el rendimiento de las pasturas a medida que aumenta la dotación. Normalmente, el pisoteo afecta

menos las pasturas que las defoliaciones y las deyecciones (Scott, Curll y Wilkins, citados por Carámbula et al., 1996).

Animales pastoreando depositan heces y orina en las cercanías de las áreas donde eligen dormideros, montes de abrigo, aguas, etc. La distribución heterogénea de las heces y orina lleva a una utilización despereja e ineficiente de la pastura, ya que los animales ignoran los manchones formados donde hay heces (Hodgson, 1990). Carámbula (1996), agrega que el porcentaje mayor de áreas no pastoreadas en cualquier pastura bien manejada, corresponde a los manchones de forraje que acompañan a las heces.

## 2.7 IMPACTO DEL SISTEMA DE PASTOREO SOBRE LA PERFORMANCE ANIMAL

La producción de un animal en pastoreo depende de los factores que influyen en la cantidad y calidad del forraje ingerido. El manejo del pastoreo es un medidor que regula el balance entre la producción por animal y la producción por unidad de superficie (Blaser et al., 1960).

La intensidad de pastoreo es el principal factor que afecta la productividad de un sistema pastoril y puede ser regulado a través de la carga (tipo y número de animales/unidad de área) y el método de pastoreo, el cual afecta la distribución espacial y temporal de los animales en los diferentes potreros (Escuder, 1996).

Según Hodgson (1990) los sistemas de pastoreo pueden ser divididos en continuos e intermitentes. En el pastoreo “continuo” se mantienen los animales en el mismo potrero durante todo el tiempo, mientras que en el “intermitente” los animales pastorean parcelas durante un tiempo variable entre un día a varias semanas. Cuando en este último se vuelven a pastorear las mismas parcelas luego de un periodo de tiempo, se le denomina pastoreo “rotativo”. En este caso las divisiones de las parcelas pueden realizarse temporariamente ajustando la carga o la asignación deseada. El tiempo entre dos defoliaciones sucesivas es el que determina el número de parcelas que serán utilizadas.

Carámbula (1996) señala que la principal finalidad del pastoreo rotativo es utilizar la pastura cuando está alcanza un equilibrio adecuado entre un alto rendimiento de materia seca por hectárea y un máximo valor nutritivo. Con esta finalidad los pastoreos se efectúan en diferentes potreros mediante periodos de ocupación y descanso, los que se fijan de acuerdo a la cantidad de forraje disponible.

Este tipo de pastoreo es apropiado para racionar el acceso a la pastura, en especial cuando se trata de pasturas sembradas. Se utiliza principalmente para racionar cultivos que se pastorea una sola vez o especies sensibles a la defoliaciones frecuente como Raigrás (*Lolium multiflorum*) y trébol rojo (*Trifolium pratense*) (Hodgson, 1990).

Muchas veces el sistema de pastoreo en el que se ve favorecido el animal no concuerda con el manejo que favorece a la pastura (Kennedy et al., 1960).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y por hectárea. Presiones que permiten una alta disponibilidad de forraje por animal y la posibilidad de realizar pastoreos selectivos, lograrán un aumento en el comportamiento individual comparado a presiones más altas, que son las que maximizar la producción por hectárea (Mott, 1960).

Según Agustoni et al. (2008) 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. 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. En este caso la carga óptima estaría comprendida entre 5,6% y 6,8% de asignación.

Al aumentar la carga (baja asignación de forraje) aumenta la producción por unidad de superficie, porque existe una mejor utilización del forraje, pero disminuye la ganancia diaria por animal (Blaser et al. 1960, Schlegel et al. 2000).

### 2.7.1 Asignación de forraje

La asignación de forraje es una de las prácticas de manejo que inciden sobre el consumo animal. Es definida como la cantidad de forraje que tiene disponibles diariamente un animal y normalmente se expresa como un porcentaje del peso vivo de este (Méndez y Davies, 2004).

Se han realizado varios ensayos con el fin de evaluar el efecto de diferentes niveles de asignación de forraje sobre la performance animal, los que se presentan en el cuadro 1.

Cuadro No. 1: Efecto de diferentes asignaciones de forraje en la performance animal durante el invierno sobre diferentes tipos de pasturas

Pastura	Disp. (KgMS/ha)	Categoría animal	AF (%PV)	Utilización (%)	Consumo (%PV)	Ganancia diaria (Kg/día)	Estación	Fuente
Av + Rg y Pradera	2990	Novillos	2,5	65	—	0,315	Invierno	Carrquiry et al (2002)
			5	48	—	0,507		
TB, Festuca y Lotus	—	Novillos	1,5	82	—	0,173	Invierno	Risso et al (1997) Uruguay
			3	57	—	0,904		
Av + Rg	1972	Novillos	2,5	59	2,01	0,873	Invierno	Elizondo et al (2004) Uruguay
			5	35	3,02	1,348		
Raigrás	2109	Novillos	2,5	61	1,88	0,038	Invierno	Damonte et al (2004) Uruguay
			5	36	1,97	0,525		
Campo Natural	1200	Terneros	2,5	—	—	-0,116	Otoño-Invierno	Rinaldi et al (1997) Uruguay
			5	—	—	0,020		
			7,5	—	—	0,093		
			10	—	—	0,192		
TB, Festuca, Alfalfa, Raigrás	4161	Novillos	2	61	1,20	0,510	Otoño-Invierno	Massa y Bono (2006) Uruguay
			4	43	1,70	0,740		
			6	32	1,90	0,970		
Avena	—	Terneros	2	—	—	0,530	Invierno	Méndez y Davies (2004) Argentina
			2,5	—	—	0,760		
			3	—	—	0,764		
			3,5	—	—	0,890		
Raigrás perenne, Trebol	2980	Novillos	4	—	—	0,750	Otoño	French et al. (2001) Irlanda
			1	88	0,88	0,140		
			2	77	1,55	0,530		
			3	72	2,16	0,750		

El manejo de la asignación de forraje apunta a controlar el consumo por parte de los animales (Méndez y Davies, 2004). A medida que ésta se incrementa, aumenta el consumo y permite al animal seleccionar el forraje de mejor calidad (mayor digestibilidad, mayor contenido de proteínas y menor porcentaje de fibra) (Blaser et al. 1960, Jamieson y Hodgson 1979, Kloster et al. 2000, Elizondo et al. 2003).

A medida que disminuye la asignación de forraje los factores no nutricionales toman más importancia en determinar el consumo. Bajo estas condiciones aumenta la dificultad para cosechar el forraje, lo que deprime el consumo (Poppi et al., 1987).

No solamente bajos niveles de asignación de forraje conducente a un bajo consumo, sino también los muy elevados. A bajos niveles de asignación se reduce la cantidad de forraje ingerido, porque disminuye el peso de bocado. Mientras que a altos niveles de asignación se realiza un pastoreo muy selectivo, reduciendo la cantidad de forraje ingerido (Reinoso y Soto, 2006).

La asignación de forraje influye en la tasa a la cual los animales pastorean dos horizontes sucesivos. Cuando la asignación es alta, se pastorean principalmente las hojas presentes a mayor altura, en cambio cuando la asignación es baja, se pastorea las hojas hasta una mayor profundidad, lo que provocaría que a medida que disminuye el horizonte de pastoreo disminuye el tamaño de bocado (Ungar, 1998).

Schlegel et al. (2000) reportan que, existe una relación cuadrática entre la asignación de forraje y la ganancia diaria de peso vivo. Jamieson y Hodgson (1979), observaron esta misma respuesta, reportando que a medida que aumenta la asignación de forraje, aumenta la ganancia media diaria por animal.

La respuesta de la ganancia de peso al nivel de asignación es afectada por la calidad del forraje (Méndez y Davies, 2004). La calidad de la pastura puede modificar la producción en la cual aumenta la ganancia media diaria en función de la asignación de forraje (Schlegel et al., 2000).

Cuando las pasturas son de baja calidad, el aumentar el nivel de asignación permite que los animales seleccionen el forraje de mayor calidad para obtener altas ganancias de peso (Méndez y Davies, 2004).

La magnitud de la respuesta de la ganancia de peso a nivel de asignación es afectada también por la disponibilidad y/o la altura de la pastura, siendo ésta mayor, a medida que aumenta la disponibilidad de la misma, asociado a la facilidad con que los animales pueden cosechar el forraje (Poppi et al., 1987).

A una asignación diaria a la cual los animales sólo alcanzan a pastorear el primer horizonte de pastoreo, por más que aumente la asignación, no aumenta el consumo y por lo tanto tampoco la performance animal (Ungar, 1998).

A bajas asignaciones (menores al 5%), el largo del período de pastoreo es sustancialmente mayor inmediatamente después de la entrada a una nueva franja. A su vez, cuando las franjas se cambian de tarde, los animales a menores asignaciones comen más rápidamente, por lo tanto existe una interacción entre asignación y hora del día (Jamieson y Hodgson, 1979).

### 2.7.2 Frecuencia del cambio de franja

Cuando el sistema de pastoreo es rotativo, podría soportar mayor carga sin disminuir significativamente la ganancia por animal y aumentarse la

producción por hectárea debido a un aumento en la producción del forraje. Estos resultados pueden variar dependiendo del clima, suelos, topografía y tipo de pasturas (Whitter y Schmitz, citados por Bertelsen et al., 1993).

La frecuencia con que se suministra forraje tiene una particular importancia, ya que puede incidir tanto en performance animal (Judd et al. 1994, Vaz Martins 1997, Fernández 1999) como en la producción de forraje (Judd et al. 1994, Fernández 1999, Kloster et al. 2000, Reinoso y Soto 2006) y carne por unidad de superficie (Bertelsen et al. 1993, Judd et al. 1994, Kloster et al. 2000).

Según Kennedy et al. (1960), Reinoso y Soto (2006), cuanto más corto es el tiempo de permanencia en la franja, mayor y más uniforme es la producción animal mostrando menores fluctuaciones por día.

Cuando la franja son muy grandes, al inicio del pastoreo los animales despuntan la pastura y consumen aquéllas partes de la planta con mayor digestibilidad (Reinoso y Soto, 2006). A su vez, una gran proporción del forraje consumido se consume en el primer día (Judd et al. 1994), provocando un aumento de la producción por animal en esta primera etapa (Kennedy et al. 1960).

Con el paso del tiempo se va reduciendo la disponibilidad y calidad del forraje, lo cual afecta el tamaño y el peso de bocado, reduciéndose así el consumo voluntario (Reinoso y Soto, 2006).

En los últimos días del periodo de pastoreo las parcelas se ven sin una adecuada cantidad de forraje, declinando marcadamente la producción por animal, provocada por fluctuaciones en el consumo de materia seca por día (Kennedy et al., 1960). A su vez, resultan digestibilidades extremadamente bajas del forraje consumido, llevando a caídas en el comportamiento individual que no se compensan con la mejor ganancia que pueda obtenerse al principio de éste (Fernández, 1999).

En una franja diaria, en las primeras horas posteriores al ingreso a la nueva franja, se produce la mayor actividad de pastoreo. Mientras que en franjas de mayor número de días la mayor actividad de pastoreo se desplaza hacia las horas de la tarde (Judd et al. 1994, Gregorini et al. 2006).

La respuesta de los animales en condiciones de pasturas registradas puede ser distinta si la franja es diaria o de mayor número de días, a su vez puede cambiar en la medida que cambia la calidad del forraje disponible (Vaz Martins, 1997). Cuando la disponibilidad de forraje es limitante y la carga es

alta, el aumentar la frecuencia del cambio de franja, puede mejorar la utilización de la pastura y aumentar la producción de carne (Schlegel et al., 2000).

Existen diversos experimentos tanto a nivel nacional como extranjeros, entre los cuales se observan diferentes tipos de respuestas a la frecuencia de cambio de franjas (cuadro 2).

Cuadro No. 2: Efecto de la frecuencia del cambio de franja en la performance animal.

Pastura	Disp. (KgMS/ha)	Categoría animal	AF (%PV)	CF (días)	Utilización (%)	Ganancia diaria (Kg/d)	Estación	Fuente
Lotus, TB, Festuca (2° año)	5671	Novillos	1,5	1	92	0,394	Invierno	Dumestre y Rodríguez (1995) Uruguay
	4362			3-4	84	0,258		
	5032			7	87	0,104		
	4893			14	91	0,093		
Raigrás y Trébol rojo (engramillada)	3561	Novillos	1,5	1	87	0,191	Invierno	Dumestre y Rodríguez (1995) Uruguay
	5323			3-4	92	0,016		
	4643			7	92	-0,005		
	4983			14	93	-0,024		
Mezcla leguminosas y gramíneas		Novillos	1,8	1	80	0,810	Otoño-Invierno	Fernández (1999) Uruguay
				4	70	0,550		
				7	50	0,220		
				14	50	0,200		
Alfalfa, Festuca y Cebadilla		Novillos		2	61	0,536	Anual	Kloster et al. (2000) Argentina
				7	60	0,549		
Campo Natural		Vacas	9*	1	66	0,000	Invierno	Judd et al. (1994) Nueva Zelanda
		Vaquillonas		5	65	0,222		
				1	66	-0,133		
				5	65	0,111		
Alfalfa		Novillos		4	3	0,160	Verano	Schleger et al. (2000) EEUU
				12	0,210			
				9	3	0,700		
				12		0,600		

\* en KgMS/animal/día  
Disp: disponibilidad

Según Dumestre y Rodríguez (1995) los manejos más frecuentes del pastoreo (cambios diarios de área) registran mejoras entre 0,250 y 0,300 kg/a/día, porque permite a los animales tener acceso a una cantidad constante de forraje en forma continua. Por lo tanto, para asignaciones de forraje muy bajas, se justificaría (al menos productivamente) un manejo racional más eficiente que permita más rápidamente el acceso a áreas no pastoreadas.

Kloster et al. (2000) reportan que la ganancia diaria por animal del periodo anual no mostró diferencias significativas ( $P < 0,01$ ) entre ambas frecuencias de cambio de franja. No obstante en otoño-invierno la GMD presentó en diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre ambos sistemas de pastoreo, mostrando una mejor performance animal en el CF 7 días (0,511 kg/a/d), comparado con el CF 2 días (0,471 kg/a/d).

Judd et al. (1994), reportan que la menor performance animal en las franjas diarias se explica por un menor consumo de forraje, debido a: la combinación de la presencia del otro animal y la competencia por el alimento que genera estrés (esto provoca una mayor actividad agresiva, que hace que los animales esten menos tiempo pastoreando) y a que la pastura rechazada de la franja diaria presentó más plantas sucias (provocando un mayor rechazo por parte del animal).

Schlegel et al. (2000) encontraron que no existen efectos de la frecuencia del cambio de franjas en la ganancia de peso vivo y tampoco existe interacción con la asignación de forraje.

Se observa que existe una respuesta a la frecuencia de cambio de franjas en performance animal a bajas asignaciones (Dumestre y Rodríguez 1995, Fernández 1999). Mientras que a altas asignaciones no se reportaron diferencias significativas en la performance animal al aumentar la frecuencia de cambio de franja (Judd et al. 1994, Schleger 2000).

## 2.8 HIPOTESIS

### 2.8.1 Hipótesis biológica

- ¿Existe una ventaja en la productividad de la pastura por la utilización de menores períodos de ocupación de pastoreo?
- ¿Existe una respuesta diferencial en la producción de carne por la utilización de menores períodos de ocupación de pastoreo?

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 INTRODUCCION

El objetivo del presente trabajo es evaluar productivamente una mezcla forrajera con *Agropyro elongatum* cv. Rayo INTA, *Lolium perenne* cv. Horizon, *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv San Gabriel sometidos a dos periodos de ocupación de pastoreo.

#### 3.2 CONDICIONES EXPERIMENTALES

##### 3.2.1 Lugar y periodo experimental

El presente trabajo se realizó en la estación experimental Doctor Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la republica, Paysandú, Uruguay; durante el periodo comprendido entre 18 de agosto y 13 de noviembre de 2008, sobre una pradera de primer año de *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Lotus Corniculatus* y *Agropyro elongatum*.

##### 3.2.2 Descripción del sitio experimental

El experimento se realizó en el potrero número 34 a 32°23'27.71" de latitud sur y 58°03'41,76" de longitud oeste, sobre Brunosoles Éutricos Típicos de textura limo arcilloso, con Solonetz como suelo asociado, perteneciente a la unidad San Manuel, formación Fray Bentos. El relieve es de lomadas suaves y pendientes moderadas (Durán, 1985). Según la nueva clasificación de Suelos Soil Taxonomy, los mismos pueden ser caracterizados como Argiduales típicos, encontrándose Natrudales como suelos asociados.

##### 3.2.3 Información meteorológica

La región climatológica en la que se encuentra Uruguay presenta un clima templado a subtropical (Durán, 1985), con un promedio de precipitación anual 1200 mm siendo su distribución 30% verano, 28% otoño, 18% en invierno y 24% en primavera.

Las temperaturas medias anuales varían entre 16°C en el sureste a 19 °C en el norte. Durante enero, el mes mas calido, las temperaturas varían entre 22°C y 27°C, mientras que en el mes mas frío, julio, la variación es de 11°C a 14 °C, respectivamente en cada región (Berreta, 2001).

### 3.2.4 Antecedentes del área experimental

En este potrero anteriormente a la siembra de la pradera había sido sembrado un sorgo destinado a la producción de forraje. Este último fue pastoreado hasta mediados de mayo, luego de esto se aplicaron sobre el rastrojo 4 litros de glifosato por hectárea (360g de ingrediente activo) con el fin de matar el sorgo.

El 15 de junio se sembró la mezcla a razón de 15 Kg/ha de *Lolium perenne*, 2 Kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapicán, 8 Kg/ha *Lotus corniculatus* cv. San gabriel y 23 Kg/ha de *Agropyro enlongatum* cv. Rayo INTA, su instalación fue retrasada por el cultivo antecesor (sorgo) que se pastoreo hasta mediados de mayo provocando el atraso de la siembra.

Al momento de la siembra se fertilizó con 100 Kg/ha de 18-46-0, y luego del primer pastoreo a mediados de setiembre se aplicaron 70 kg/ha de urea, ambas fertilizaciones fueron realizadas al voleo.

### 3.2.5 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en evaluar un pastoreo rotativo con variación en el tiempo de ocupación de la pastura (9 y 3 días de pastoreo, pastoreando en la misma superficie del continuo pero dividido en sub. parcelas), utilizándose 16 novillos holando con una edad aproximada de 3 años con un peso inicial de 450 Kg promedio, los mismos fueron divididos en 2 grupos asignándose 8 para cada tratamiento.

### 3.2.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar generalizado. El área experimental, abarca 4,5 hectáreas que se dividieron en tres bloques (correspondientes a tres repeticiones). Estos fueron subdivididos a su vez en 4 parcelas. Quedando, en cada bloque dos repeticiones por bloque.

## 3.3 METODOLOGIA EXPERIEMENTAL

Se cuantificó la producción de forraje, composición botánica, porcentaje suelo desnudo, la evolución de peso de los animales, determinándose de esta manera la ganancia total que tuvieron en el periodo y la ganancia diaria de los mismos, en función de distintos periodos de ocupación de pastoreo 9 días y 3 días.

### 3.3.1 Variables determinadas

#### 3.3.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca

La disponibilidad de materia seca (Kg/ha) se define como la cantidad de materia seca en la parcela antes de comenzar el pastoreo. Esta se compone por la cantidad de forraje acumulado hasta el comienzo del pastoreo y es ajustada por la tasa de crecimiento por los días durante los cuales se realiza el pastoreo. La misma se determinó mediante el método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975).

En cambio el remanente es la cantidad de materia seca (Kg/ha) que queda en la parcela luego de terminado el pastoreo.

El doble muestreo se realizó a través de una escala de 5 puntos según el grado de heterogeneidad de la misma, por apreciación visual, tomando 3 repeticiones de cada punto, y midiéndose la disponibilidad de forraje de cada escala mediante el corte al ras del suelo (mediante una tijera de aro) utilizando cuadros de 50 cm por 20cm. La determinación de la escala y altura promedio se realizó mediante el muestreo sistemico (cada 10 pasos) de 25 observaciones.

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

Con los datos obtenidos luego del proceso de secado se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea, mediante el ajuste de una ecuación de regresión, entre la altura en cm y los Kg/ha de MS, y entre el valor de escala y los Kg/ha de MS se determinó cual de ambas variables (altura o escala) tenía mayor  $r$ . Con la función obtenida se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Para esto se utilizaron los promedios de escala o altura de cada parcela sustituyendo en la función a la incógnita, obteniéndose la disponibilidad de materia seca por parcela. El mismo procedimiento se lleva a cabo para la estimación del remanente.

#### 3.3.1.2 Altura del forraje disponible y del remanente

La altura del disponible es la altura promedio en cm del forraje en la parcela antes de comenzar el pastoreo.

La altura del remanente es de la altura promedio en cm del forraje que queda en la parcela luego del pastoreo.

Para la determinación de altura se recorrieron las parcelas realizándose 25 determinaciones antes y después del pastoreo, el criterio empleado fue el punto de contacto de la regla con la punta de la hoja verde más alta. La altura del forraje de cada parcela se obtuvo promediando las muestras de cada una.

#### 3.3.1.3 Materia seca desaparecida

Es la cantidad de materia seca desaparecida durante el pastoreo. Se calculó como la diferencia entre el forraje disponible y el remanente.

#### 3.3.1.4 Porcentaje de forraje desaparecido

Es la cantidad de forraje desaparecido en relación a lo que había disponible. Se calcula como la relación entre el forraje desaparecido y el forraje disponible antes del pastoreo, multiplicado por 100.

#### 3.3.1.5 Producción total de forraje

La producción de forraje (MS kg/ha) se determinó a través de la diferencia entre el forraje disponible al iniciar un pastoreo y el remanente del pastoreo anterior.

#### 3.3.1.6 Tasa de crecimiento promedio

La tasa promedio de crecimiento de forraje (MS Kg/ha/día) se calculó como la producción de forraje entre dos pastoreos sucesivos dividido el número de días transcurridos entre los mismos.

#### 3.3.1.7 Composición botánica

Es la proporción (%) de cada fracción (gramíneas, leguminosas, restos secos y malezas) en la mezcla forrajera.

La composición botánica se evaluó a través del Botanal (Tothill et al., 1978), clasificando las especies o grupo de especies observadas según fueran: *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Agropyro elongatum*, malezas. A su vez se registró la proporción de restos secos y el porcentaje de suelo desnudo. El procesamiento de la información se realizó mediante el uso de planillas Excel.

#### 3.3.1.8 Peso de los animales

Se determinó cada 30 días mediante el uso de balanza eléctrica por la mañana con los animales en ayuno (8 horas previas a la pesada).

#### 3.3.1.9 Ganancia de peso diaria

Es la ganancia diaria por animal (Kg/anima/día) promedio para todo el periodo de pastoreo. Esta se calculó dividiendo la producción de carne durante todo el periodo experimental (peso vivo final- peso vivo inicial) sobre la duración del periodo de pastoreo, expresado en número de días.

#### 3.3.1.10 Asignación de forraje

La asignación de forraje se calculó como el forraje ofrecido cada 100 Kg de peso vivo.

#### 3.3.1.11 Producción de carne por hectárea

Son los kilogramos de carne producidos por hectárea durante todo el periodo de pastoreo. Para la situación experimental, se calculó mediante la ganancia total de peso en el periodo de pastoreo obtenido en cada tratamiento por separado y se lo dividió por la superficie de cada tratamiento. De esta forma se obtuvo la producción por hectárea de cada tratamiento.

### 3.4 ANALISIS ESTADISTICO

Las variables medidas fueron analizadas por medio del análisis de varianza para el diseño realizado, y en el caso de encontrarse diferencias significativas entre los efectos de los tratamientos se realizó la prueba de Tukey. Fueron ajustadas funciones de regresión lineal y polinomiales para ajustar las curvas de respuesta de los tratamientos. Los máximos y mínimos fueron calculados mediante la derivada primera de las funciones de respuesta. La información fue procesada en SAS.9.0.

Los modelos estadísticos utilizados fueron los de ANOVA en DBCA y los de regresión lineal, siendo respectivamente:

$$Y_{ij} = \mu + \bar{T}_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Cada observación  $Y_{ij}$  =

$\mu$ : efecto de la media general.

$\bar{T}_i$ : efecto de  $i$ ésimo tiempo de pastoreo  $i = 1, 2$ .

$\beta_j$ : efecto del  $j$ ésimo bloque  $j = 1, 2, 3$ .

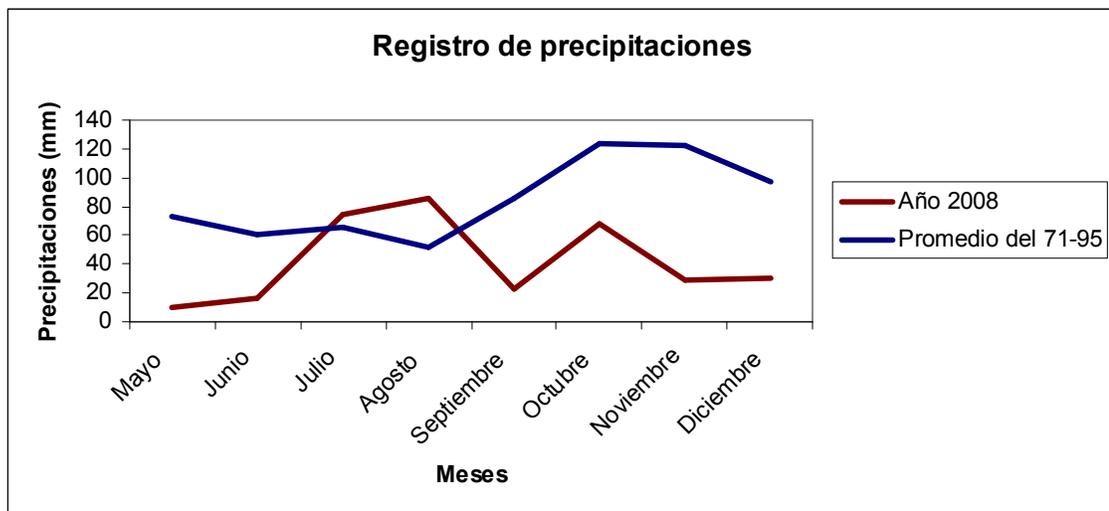
$\epsilon$ : error del  $i$ ésimo tiempo de pastoreo en el  $j$ ésimo bloque.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se presentan los registros de precipitaciones y temperaturas medias correspondientes al periodo mayo-diciembre, comparando los promedios de la serie que va del año 1971 hasta el año 1995 con los datos del año del experimento (2008).

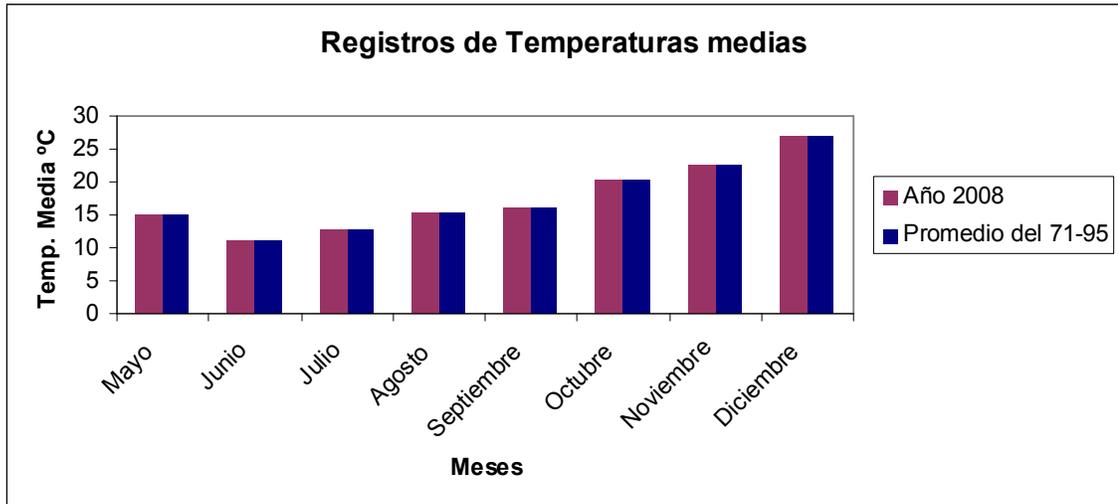
Figura No. 1: Registro de precipitaciones



Como se observa en la figura existen diferencias entre los promedio mensuales para el periodo entre el año 2008 y el promedio histórico. Para este periodo, las precipitaciones medias históricas fueron siempre superiores excepto en los meses de julio y agosto, donde las precipitaciones fueron superiores a favor del año 2008. Particularmente en el mes de agosto la diferencia con el promedio histórico fue más marcada, tomando esta un valor aproximado de 34 mm. En cambio en el resto de los meses que comprenden el periodo en estudio la serie histórico estuvo en promedio 64 mm por encima a los que se registraron en el año en estudio.

Partiendo de que el raigras perenne es una especie que no tolera el déficit hídrico severo, se podría afirmar que para el periodo en estudio se dieron condiciones adversas para que esta especie alcance su máxima producción. Bajo estas condiciones el resto de los componentes de la mezcla también presentaron bajo rendimiento en cuanto a la producción de MS.

Figura No. 2: Registro de temperaturas



Las temperaturas medias mensuales para el periodo en análisis fueron iguales a las del promedio histórico.

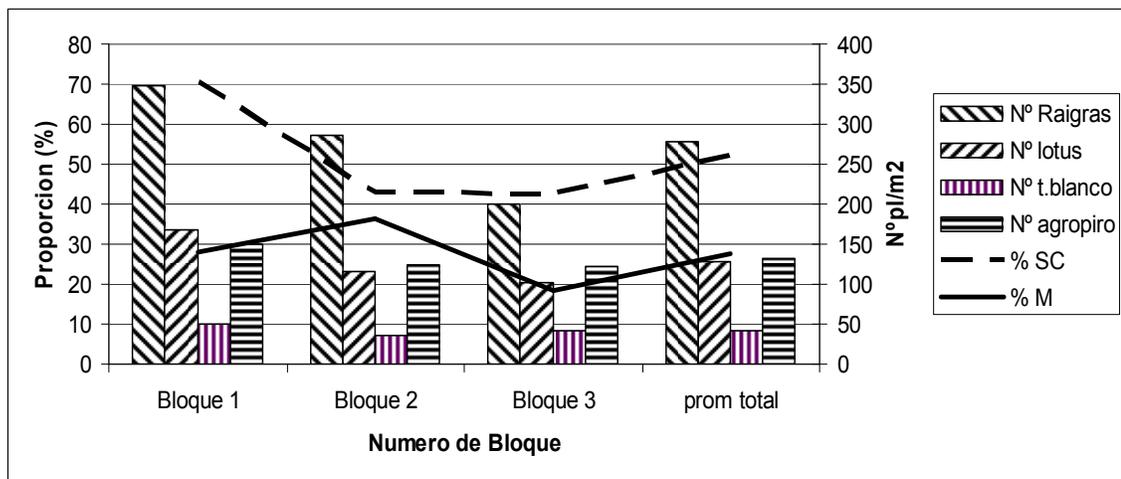
Teniendo en cuenta lo escrito por Carámbula (2002), que las especies con metabolismo C3 como *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Agropyro enlongatum* se desarrollan mejor con temperaturas de 15 a 20°C, se puede decir que durante el experimento la temperatura no fue limitante para el buen crecimiento y desarrollo de la mezcla forrajera sembrada.

Considerando los datos climáticos presentados en las figuras anteriores, la precipitación fue la única variable que pudo limitar la producción de la mezcla ya que la temperatura no presentó valores que explicaran cambios en la producción de materia seca.

## 4.2 COMPOSICION BOTANICA

A continuación se presentan los diferentes componentes de la pastura dentro de cada bloque expresado como proporción de cada especie (%) y como número de plantas.

Figura No. 3: composición botánica



De la figura se desprende, que los números de plantas de los distintos componentes de los tratamientos de la pastura al inicio del experimento son similares para todos los bloques. Es de destacar la importante presencia de gramíneas, siendo el raigras la especie que hace el aporte mayor, ya que el aporte de agropiro es muy bajo, esto se explica por tratarse de una pradera de primer año y que tanto este último como las leguminosas sembradas poseen menor vigor inicial que el raigras. Esto coincide con lo mencionado por Carámbula (1991), que destaca que en el segundo y tercer año domina el componente leguminoso de la mezcla. Mientras que en el primer año si la mezcla posee *Lolium perenne* este va a predominar, sobre todo en el primer invierno. Estos datos coinciden con lo obtenido por Almada et al. (2008), donde en el primer año de la pastura obtuvieron mayor aporte del componente gramínea (*Lolium perenne*), siendo el aporte de la fracción leguminosa menor.

Por otro lado las leguminosas no tienen un aporte importante en cuanto a la producción de materia seca para este caso. Encontrándose estas casi en la misma proporción que las malezas. Cabe mencionar que el enmalezamiento en los tres bloques al inicio del experimento fue intermedio, constituido principalmente por especies de hoja ancha anuales invernales, *Acicarpa tribuloides*, *Stellaria media* y crucíferas.

En cuanto al suelo cubierto, el bloque uno presentó un mayor porcentaje de suelo cubierto, esto puede explicarse por las mejores condiciones edáficas del bloque que permitieron una mejor implantación de las especies cultivadas. En cambio, el bloque dos y tres de condiciones edáficas menos favorables para obtener una buena implantación (mayor presencia de Solonetz), presentaron valores de suelo cubierto inferiores al bloque 1.

Con relación a los tratamientos no mostraron diferencias estadísticas significativas en la proporción y números de plantas de los diferentes componentes.

En el cuadro No. 3 muestra la composición botánica promedio de la mezcla luego de aplicados los tratamientos, lo cual coincide con lo observado por Almada et al. 2008, donde el mayor aporte de la pastura de primer año esta dado por las gramíneas. El bajo aporte de la fracción leguminosa puede estar influenciado por su menor vigor inicial y por el déficit hídrico reinante al fin del primer pastoreo.

Cuadro No. 3: Composición botánica (%).

01/10/2008	Composición
% Gramíneas	99,47
% Tr. blanco	0,53

Como se puede observar en el cuadro anterior y comparándolo con la composición botánica al inicio del experimento (Figura No.3), se produjo un aumento en la fracción gramínea y la fracción leguminosa se mantuvo en los mismos valores. Por otro lado la proporción de malezas, suelo descubierto y restos secos disminuyeron al punto de no considerar significativo su presencia.

La evolución de los componentes de la mezcla es inverso a lo obtenido por Agustoni et al. (2008), donde por tratarse de una pradera de segundo año el componente leguminosa predominaba sobre la fracción gramínea de la mezcla. Estas diferencias pueden explicarse dado que en el año de implantación, el manejo poco frecuente e intenso impidió el buen desarrollo y crecimiento de las leguminosas, a la vez que el alto vigor inicial del raigras ejerció una importante competencia por luz principalmente sobre el trébol blanco por poseer ambos la misma estación de crecimiento. Esto determinó que en el año en análisis (primer año) el crecimiento del trébol blanco se viera afectado y predominara el raigras perenne. Esto concuerda a su vez con lo expresado por García (1995), donde a aumentos del componente gramíneas en la mezcla aumenta la

concentración de forraje en el horizonte inferior, particularmente en el periodo invernal, aumentando la sombra y por lo tanto la competencia por luz, dificultando el crecimiento de las leguminosas por competencia.

En lo que respecta a la fracción gramínea, se registró un leve aumento a lo largo de los sucesivos pastoreos en todos los bloques y tratamientos. El mayor aumento se dio en el tratamiento de 3 días de ocupación, en este tratamiento había menor selección y el pastoreo era más rasante. Por lo tanto había menor competencia por luz, permitiendo de esta forma un mejor macollaje por parte del raigras. Esto se puede explicar, debido a que una mayor carga instantánea provoca un remanente de mayor uniformidad de la pastura, por lo tanto una entrada más pareja de luz hacia el inferior del tapiz, lo que altera la calidad de la radiación provocando un aumento de la relación rojo/rojo lejano en la base de la planta, siendo esta recibida por los puntos de crecimiento y favoreciendo de esta forma el macollaje en las gramíneas (Deregibus et al., 1985).

A su vez la disminución de la fracción leguminosa en ambos tratamientos puede estar explicada por la mayor palatabilidad que tiene estas especies. Así la presión de selección sobre estas especies es mayor, y por esto los mismos animales van a afectar el desarrollo de esta especie, en este caso el trébol blanco principalmente (Armstrong et al. 1993). Por lo tanto las plantas de mayor crecimiento (mayor vigor inicial) y a su vez menos consumidas, estarán en mejores condiciones, con más reservas y mayor área foliar remanente para un rápido rebrote, por lo que lentamente se irán haciendo dominante en el tapiz.

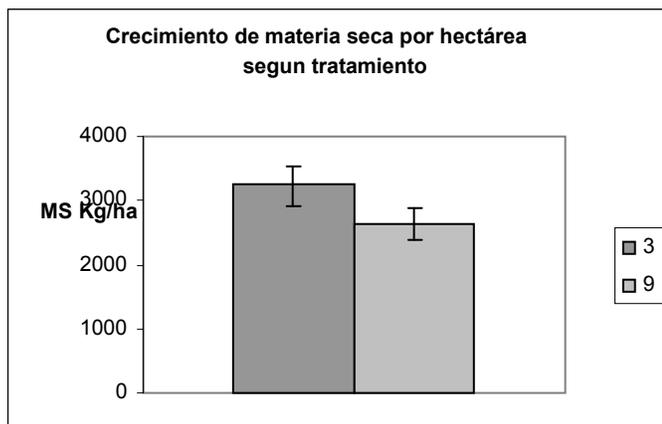
En cuanto al componente restos secos, para ambos tratamientos y para los tres bloques se mantuvo en un nivel muy bajo a lo largo del periodo del experimento. Esto podría explicarse básicamente por la baja acumulación de materia seca que se dio en los tratamientos, no generando así material senescente de las distintas fracciones que componen la mezcla. A pesar de esto, posteriormente al periodo evaluado, esta fracción llegó al valor del 100% ya que dado el forraje verde que prevaleció durante el periodo de estudio seneció debido al déficit hídrico reinante.

Las malezas fueron disminuyendo a lo largo de los sucesivos pastoreos, lo cual se explica por la alta competencia ejercida por el raigras y la mayor cobertura del suelo por parte de los otros componentes de la mezcla. Esto hace que se establezca una competencia directa con la maleza por luz, nutrientes y agua, haciendo en este caso que las mismas disminuyan.

### 4.3 CRECIMIENTO TOTAL

Los valores de producción de forraje durante el período experimental se presentan en la Figura No. 4. En la misma se aprecia que la biomasa acumulada durante el primer año contrasta significativamente con los valores encontrados por Zanoniani et al. (2006), Almada et al. (2008), para una mezcla de similares características. El crecimiento obtenido en este experimento es aproximadamente un 70 % inferior a los de dichos autores, siendo las posibles causas de dichas diferencias la siembra más tardía (junio vs. abril), el cultivo antecesor de más difícil descomposición y el déficit hídrico.

Figura No. 4: Crecimiento de MS en Kg/ha según tratamiento



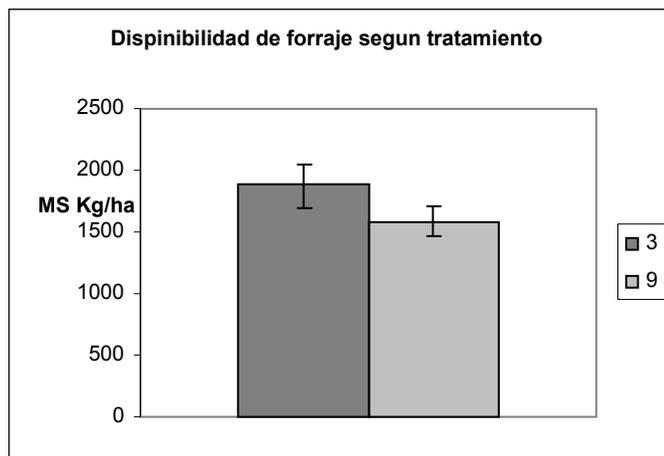
No existió diferencias significativa entre tratamientos, lo que concuerda con Nabinger (1998); que no hay diferencias a nivel productivo desde el punto de vista de la pastura cuando son manejadas con diferentes tiempos de ocupación cuando se trabaja entre 7 y 9 días de ocupación.

La falta de significación estadística se pudo haber debido al escaso número de pastoreos realizados debido a las condiciones climáticas, que determinaron pocos números de observaciones. Esto determina la necesidad de repetir el experimento para confirmar estadísticamente el mayor valor agronómico logrado con el manejo de tres días de ocupación.

#### 4.4 DISPONIBILIDAD DE FORRAJE

En la disponibilidad de materia seca promedio al inicio de cada pastoreo no se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, si bien hay una diferencia agronómica del 16% a favor del tratamiento de 3 días de ocupación.

Figura No. 5: Disponibilidad de forraje según tratamiento



El forraje disponible fue básicamente de raigras, esto concuerda con lo dicho por Carámbula (2004), Almada et al. (2008), ya que al tratarse una mezcla de primer año, y por tener disponibilidad de nitrógeno (producto de la fertilizaciones realizadas y de las condiciones climáticas favorables a esta especial inicio del experimento) el componente gramínea de la mezcla va a producir mayor cantidad de materia seca el primer año que el componente leguminosa.

En el cuadro siguiente se ve las alturas promedio de la pastura al la entrada de los animales a pastorear.

Cuadro No. 4: Altura (cm) de forraje disponible

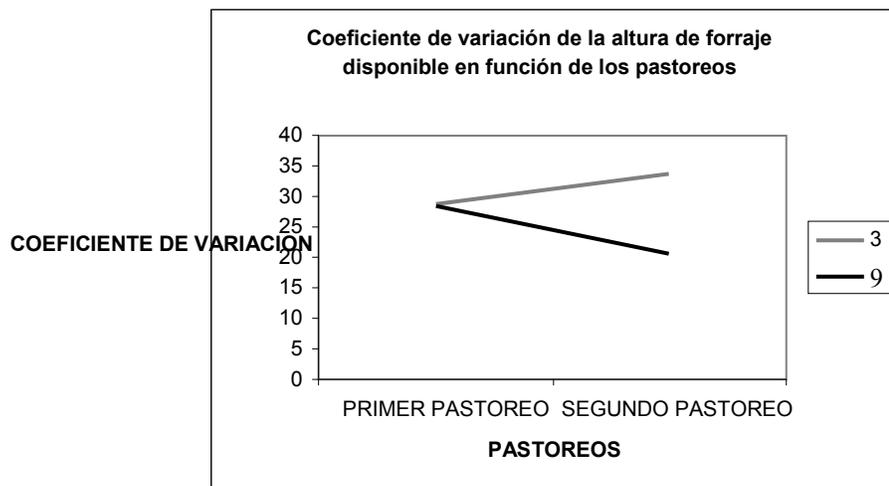
	Altura disponible (cm)	CV
t1	10a	36
t2	9a	28

De el análisis de las alturas se puede decir que no existen diferencias significativas en la altura del disponible para los dos tratamientos. Si las alturas

de disponible las comparamos con las obtenidas por Almada et al. (2008), vemos que son similares a las obtenidas en este experimento, dado que para el 7,0% de asignación de forraje la altura promedio fue de 13 cm. Si bien este valor es superior, si lo analizamos desde el punto de vista de la cantidad de materia seca son similares, 1710 kg/ha de MS promedio contra 1737 Kg/ha de MS promedio para el caso de ambos tratamientos en este experimento.

La figura No. 6 permite apreciar el coeficiente de variación en las alturas del disponible para los dos tratamientos por pastoreo.

Figura No. 6: Coeficiente de variación de la altura de forraje disponible en función de los pastoreos



A partir del análisis de la figura anterior se puede decir que a medida que se fue pastoreando el coeficiente de variación en el tratamiento de nueve días fue disminuyendo, esto pudo deberse a que la pastura se fue homogenizando en cuanto a altura. En cambio cuando analizamos el tratamiento número uno donde el tiempo de ocupación fue menor, se aprecia un aumento de la variación produciendo una pastura más heterogénea desde el punto de vista de la altura, contrariamente a lo que debió haber ocurrido. Lo que lleva a suponer que la este tratamiento pudo haber soportado una carga más alta que la utilizada, confirmando lo expresado por Whitter y Schmitz, citados por Bertelsen et al. (1993), que tiempos de ocupación menores permitiría un aumento de la carga sin perjudicar la productividad. Al haber más variación, se podría suponer que hay más heterogeneidad en la altura del disponible, por lo tanto el aumento de la carga permitiría disminuir esta variación y lograr una pastura de altura más homogénea, como pasa en el caso del tratamiento de 9 días. La mayor

producción de forraje desde el punto de vista agronómico del tratamiento de tres días de ocupación permite confirmar lo expresado anteriormente.

La mayor variación a partir del segundo pastoreo se pudo haber debido a las condiciones climáticas que pudieron determinar un mayor efecto que el de los tratamientos mismos, determinando que las zonas con mayor o menor altura de forraje estuvieran más relacionadas a variaciones a escala de suelo, fundamentalmente a su capacidad de acumulación de agua.

En el cuadro No. 5 se puede apreciar las alturas del disponible y del remanente para cada tratamiento en cada pastoreo, en donde se observa una tendencia a aumentar los valores de disponible a medida que el período experimental avanza, manteniéndose las alturas de los remanentes.

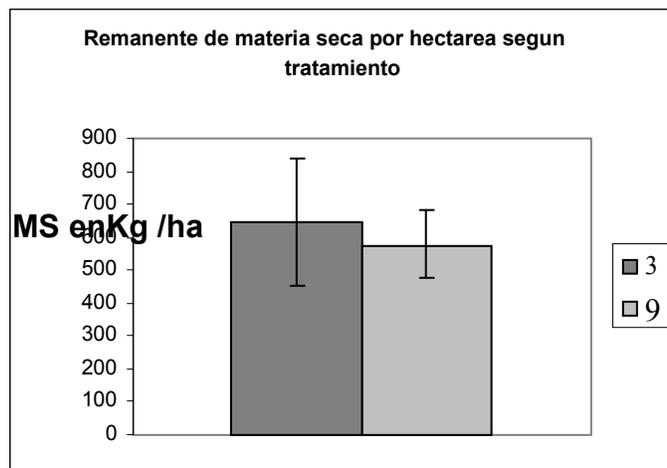
Cuadro No. 5: Alturas de disponibles y remanentes para los tratamientos

		ALT. DISP(cm)	ALT. REM (cm)
<b>t1</b>	pastoreo 1	8,2	4,9
	pastoreo 2	11,9	4,9
<b>t2</b>	pastoreo 1	7,4	4,5
	pastoreo 2	10,0	4,5

#### 4.5 FORRAJE REMANENTE

En el forraje remanente promedio por pastoreo no se presentaron grandes diferencias entre tratamientos, si bien en el tratamiento de 3 días es mayor, pero a su vez tiene mayor variación.

Figura No. 7: Remanente en Kg/ha de MS según tratamiento



Los coeficientes de variación obtenidos (Cuadro No. 6) no coinciden con lo expresado por Nabinger (1998), Carámbula (2004) quienes indican que con menores periodos de ocupación el remanente sería de mayor calidad. Esto puede deberse a la menor presión de selección que se hace en las especies más nutritivas, dado que los animales al entrar a pastorear seleccionan menos ya que consumen de forma más uniforme. A medida que se aumenta el periodo de ocupación, los animales en pastoreo tienen más tiempo para alimentarse lo que provoca que los mismos puedan seleccionar más, ejerciendo una presión de selección mayor sobre las especies de la mezcla forrajera de mayor valor nutritivo. Esto daría como resultado una menor persistencia de especies de mayor calidad, por lo tanto se modificaría la composición de la mezcla dejando espacios libres del suelo para otras especies.

A pesar de esta supuesta contradicción, la diferencia en el valor del coeficiente de variación es baja (24 % vs 21 %), y visualmente el tratamiento 2 mostraba luego del pastoreo una mayor proporción de malezas, lo cual desde este punto de vista podría concordar con lo expresado por dichos autores y explicar en parte la más alta producción de forraje del tratamiento 1.

La altura remanente promedio de los tratamientos a lo largo del experimento se puede visualizar en el cuadro No. 6, no existiendo diferencias significativas entre los mismos

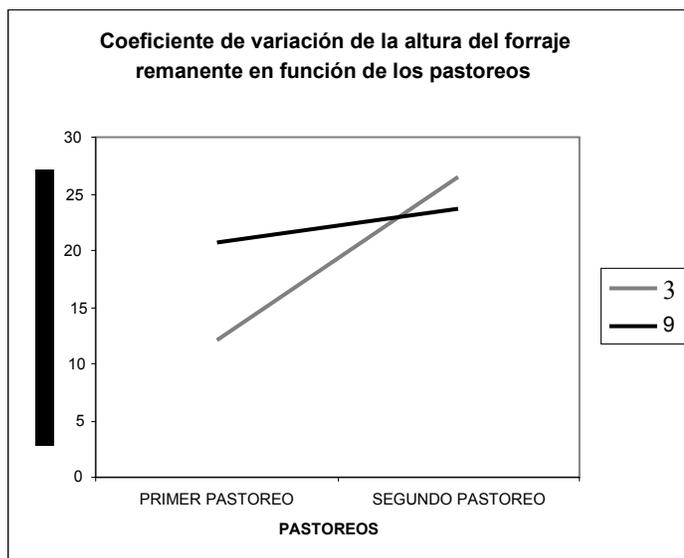
Cuadro No. 6: Altura remanente de los tratamientos

	<b>Altura remanente (cm)</b>	<b>CV</b>
<b>3 días</b>	4,9 a	24
<b>9 días</b>	4,5 a	21

Si comparamos estas alturas de remanente con las obtenidas por Agustoni et al.(2008) a una asignación del 7,0 % del peso vivo (6% de AF en este caso) vemos que la altura de 8,7 cm obtenida es superior a la obtenida en este experimento. Esta diferencia también se dio en la cantidad de materia seca por hectárea, ya que en dicho experimento se obtuvieron 973 Kg/ha MS mientras que como se mostró anteriormente en este fueron 607 Kg/ha MS. Con esto estaríamos demostrando que en caso de Agustoni et al.(2008), la mayor altura de remanente concuerda con la mayor altura de disponible con la misma oferta de forraje. Los valores de remanente en este experimento si coinciden con los obtenido por Almada et al.(2008), en pasturas de primer año dominadas por Raigras con asignaciones similares.

En el cuadro No. 6 se puede ver una diferencia de 3% entre los coeficientes de variación de las alturas promedios entre los tratamientos. Sin embargo cuando comparamos los mismos para cada uno de los pastoreos realizados observamos que los mismos fueron diferentes (Figura No. 8).

Figura No. 8: Coeficiente de variación de altura del forraje remanente en función de los pastoreos



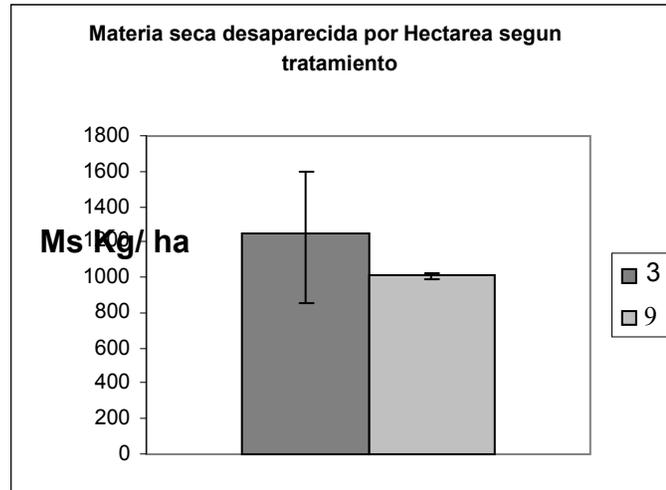
A partir de la figura anterior se puede observar que la altura de remanente para el tratamiento de 9 días tiene mayor variación que para el tratamiento de 3 días de ocupación para el primer pastoreo. Esto estaría dando como resultado un remanente más desparejo, que indicaría una mayor desuniformidad de la pastura. Esta mayor desuniformidad que se obtiene en el segundo pastoreo en el tratamiento de tres días permitió que quedaran con respecto al tratamiento de 9 días una mayor cantidad de zonas con adecuada cantidad de hojas fotosintéticamente activas para el rebrote y una adecuada cantidad de carbohidratos para el crecimiento, lo cual determinaría que la pastura alcanzara antes el IAF óptimo, requiriendo de esta manera un menor tiempo de recuperación. Esto concuerda con Langer (1981), Carámbula (2004), Agustoni et al. (2008).

En general el promedio de altura del forraje remanente para ambos tiempos de ocupación analizados se pueden definir como cercanos a los adecuados ya que para especies prostradas la altura promedio de pastoreo es de hasta 2,5 cm y para las erectas entre 5 y 7,5 cm según lo expresado por Carámbula (2004), y en este trabajo la especie predominante fue el raigras perenne. En cambio si tenemos en cuenta lo expresado por Zanoniani et al. (2006) la altura remanente se encontraría por debajo de los óptimos para primavera (7,5 cm).

#### 4.6 FORRAJE DESAPARECIDO

En la siguiente figura se puede observar la materia seca desaparecida promedio de los pastoreos para ambos tiempos de ocupación.

Figura No. 9: MS desaparecida/Ha según tratamiento



Si bien no hay diferencias significativas en cuanto a esta variable, se puede apreciar un 19% más de materia seca desaparecida en el tratamiento número uno, pero este valor tiene una gran variabilidad, lo que determina que no se obtengan diferencias estadísticas. Esto puede explicarse ya que el forraje desaparecido es la diferencia entre el forraje disponible y del remanente, y como vimos anteriormente estas variables no presentaban diferencias significativas entre tratamientos, pero moderados a altos coeficientes de variación, aunque siempre había agrónomicamente mayores valores de disponibilidad en el tratamiento numero uno.

#### 4.7 PORCENTAJE DE MATERIA SECA DESAPARECIDA

También se puede analizar la materia seca desaparecida como porcentaje del total desaparecido por tratamiento (Cuadro No. 7).

Cuadro No. 7: MS desaparecida (%)

	DESAPARECIDO (%)	CV
3 días	65a	16,8
9 días	64a	4,4

Cuando se analiza el forraje desaparecido promedio en porcentaje por tratamiento (Cuadro No.7), se observa que no existen diferencias estadísticas entre ambos tratamientos. Estos valores son similares pero en el rango superior a los citados por The Stock Farmer (2000), que uso rangos para periodos de ocupación de dos y de siete días. Si estos valores los comparamos con otros trabajos similares como ser el de Almada et al. (2007) o Agustoni et al. (2008), observamos que obtuvieron una utilización del 50% para una asignación de forraje del 7,0%, inferior a los obtenidos en este experimento, esto se podría deber a que esta pastura es de menor calidad y por lo tanto los animales debieron consumir más para cubrir sus requerimientos, lo que concuerda con lo expresado Nabinger (1998). También se pudo deber a una diferente estructura de la pastura que permitió una mayor accesibilidad para el animal (García, 1995).

Si tenemos en cuenta que agronómicamente el tratamiento de tres días de ocupación mostró 600 kg/ha MS más que el de 9 días y al ser igual el porcentaje promedio del desaparecido, tendremos una mayor cantidad de biomasa desaparecida en el primer tratamiento. La menor cantidad de forraje desaparecida desde el punto de vista agronómico del segundo tratamiento se debió a una menor producción de forraje. Lo cual podría deberse a pastoreos más severos de este tratamiento que provocaron mayor uniformidad de la pastura pero tendieron a disminuir la producción de forraje fotosintéticamente activa (a su vez mayor proporción de suelo descubierto y malezas), por lo que la cantidad total de forraje utilizado en un periodo de tiempo es menor, lo cual es coincidente con lo expresado por Fulkerson y Slack (1995).

El mayor coeficiente de variación del tratamiento de pastoreo de 3 días indicaría mayor heterogeneidad del remanente lo cual no es coincidente por lo expresado por Nabinger (1998), Carámbula (2004), con respecto a que al aumentar la carga instantánea se mejorara la uniformidad de consumo de la pastura. Sin embargo esta mayor desuniformidad permitiría suponer que este

tratamiento pudiese haber soportado una mayor carga animal, lo cual es coincidente con lo expresado por (Whitter y Schmitz, citados por Bertelsen et al., 1993). Por otro lado esta mayor variación pudo haber permitido que quedaran zonas con mayor altura remanente alcanzando las mismas un mayor crecimiento, dado que la altura de ingreso fue desde el punto de vista productivo inferior a las recomendadas para esta especie por Zanoniani (2006), Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008). Otra explicación se pudo deber al acostumbramiento animal, los que generalmente al conocer la rutina de pastoreo muchas veces permanecen en la pastura sin consumir esperando el cambio de franja.

#### 4.8 PRODUCCION ANIMAL

En la producción de peso vivo promedio por tratamiento no hubo diferencias estadísticas. Esto se muestra en el siguiente cuadro, donde se ve que no hay diferencias en el peso promedio inicial de los animales a comenzar el experimento y tampoco hay diferencias en los promedios al finalizar el mismo.

Cuadro No. 8: Producción de carne por animal según tratamiento.

	<b>PESO INICIAL (Kg.)</b>		<b>PESO FINAL (Kg.)</b>
<b>t2</b>	<b>449<sup>a</sup></b>	<b>t2</b>	<b>612<sup>a</sup></b>
<b>t1</b>	<b>448<sup>a</sup></b>	<b>t1</b>	<b>598<sup>a</sup></b>

Si bien el peso de los animales al inicio del experimento no tienen diferencias significativas entre tratamientos se puede decir que son altos, comparado con otros experimentos por ejemplo el de Agustoni et al. (2008), donde los animales eran más livianos teniendo un peso promedio de 404 kilos al comienzo del experimento. Aunque los pesos al inicio fueron diferentes se llegó a similares pesos promedio al final de los experimentos. Si bien los animales de Agustoni eran más livianos compensaron con mayor cantidad de días de pastoreo (107 días) ya que en el presente experimento el periodo de pastoreo fue de 80 días. Esto se debió a que en el presente experimento se trabajó con una pradera de primer año donde su instalación fue retrasada por el cultivo antecesor que fue un sorgo que se pastoreo hasta mediados de mayo provocando un atraso en la fecha de siembra.

En este trabajo la asignación manejada se encontró cercana a los 6,0 kg MS/día cada 100 Kg Peso Vivo, sin diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro No. 9). En este sentido Hodgson (1990), Elizalde (1999) destacan que animales comiendo a bajas asignaciones se ven limitados en las

posibilidades de seleccionar, consumiendo mayor cantidad de forraje de menor calidad, lo que afecta su desempeño individual. Con alta presión de pastoreo se reduce la selectividad, se deteriora la producción individual y se puede incrementar la producción por hectárea al lograrse una mayor eficiencia de utilización. Cuando se manejan altas asignaciones ocurre lo contrario priorizándose el desempeño por animal siempre y cuando haya forraje.

Cuadro No. 9: Asignación de forraje de los tratamientos.

	<b>Asignación de forraje</b>
<b>t1</b>	<b>5,0</b>
<b>t2</b>	<b>6,3</b>
<b>Promedio</b>	<b>5,6</b>

Este valor concuerda con el rango dado por Agustoni et al. (2008), de 5,6-7,0%, donde se permitiría una adecuada ganancia individual y por hectárea, así como un buen comportamiento de la pastura que no pondría el riesgo la persistencia de la misma.

Como se puede ver en el cuadro No. 10 no existen diferencias significativas en cuanto a la ganancia diaria promedio por animal. Por lo que se puede decir que el tiempo de ocupación de la pradera no afectó el desempeño animal ya que no se obtuvieron diferencias significativas. Esto no coincide con lo publicado por Judd et al. (1994), Dumestre y Rodríguez (1995), Fernandez (1999), Kloster et al. (2000), Schlegel et al. (2000), donde muestran que a una misma asignación de forraje cambiando los periodos de ocupación de la franja se obtienen diferencias en la productividad animal.

Cuadro No. 10: Ganancia diaria según tratamiento

	<b>Ganancia diaria (Kg.)</b>
<b>t2</b>	<b>2,06a</b>
<b>t1</b>	<b>2,05a</b>

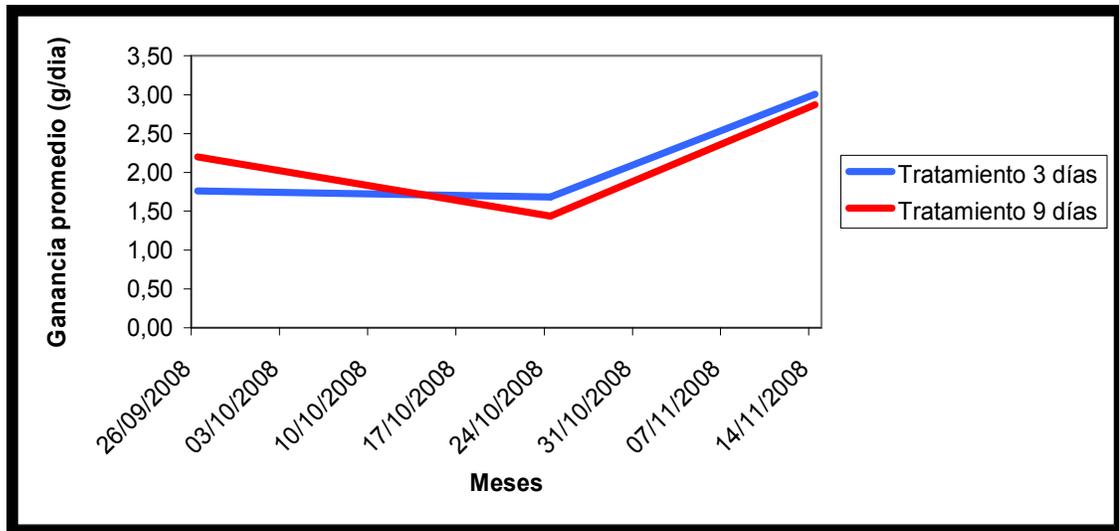
A pesar de no observarse diferencias entre tratamientos se puede ver que las ganancias diarias son bastante elevadas, y más cuando los animales en estudio son de la raza Holando, que por razones de biotipo los requerimientos que tiene son elevadas. Esto estaría mostrando el buen desempeño que tiene este tipo de animales cuando la oferta forrajera es adecuada, en este caso en el entorno del 6,0 % P.V.

Si comparamos las ganancias diarias obtenidas en este experimento con las obtenidas por otros autores, vemos que por ejemplo Agustoni et al. (2008) a 6% de asignación de forraje tiene ganancias de 1,8 kg día en novillos Holando sobre una pradera de segundo año donde el aporte de materia seca fue menor dado que era una pradera dominada por trébol, en ausencia del componente gramíneas debido a la seca del verano anterior. En cambio esto contradice lo publicado por Simeone (2002,2003), que reporta ganancias de novillos en primavera al 6% de asignación de forraje de 1,2 kg de ganancia. Esto puede deberse a la diferencia entre razas utilizadas en los experimentos, ya que en este caso y en el de Agustoni se trabajó con novillos de la raza Holando, mientras que Simeone (2002,2003) trabajó con novillos de la raza Hereford, mostrando una superioridad en eficiencia del Holando frente al Hereford cuando no hay limitante de recursos, coincidiendo también con lo reportado por Almada et al. (2007).

Si vemos las utilidades obtenidas por Simeone (2002,2003), Agustoni et al. (2008), estas son similares teniendo un valor aproximado del 50%, por lo tanto, se podría afirmar que hubo en este experimento una compensación del consumo por una mayor utilización del forraje que no impidió una alta ganancia animal. Esto coincide con lo expresado por Mott (1960), Hodgson (1990), Elizalde (1999) de la conveniencia de manejar asignaciones intermedias que permitan adecuadas ganancias individuales y utilidades de pastura, para lograr buenas producciones por superficie.

A continuación en la figura No. 10 se describe la evolución de las ganancias diarias obtenidas en el periodo de pastoreo para los dos tiempos de ocupación bajo análisis.

Figura No. 10: Evolución de las ganancias diarias a lo largo del periodo de pastoreo



Si bien no hay diferencias estadísticas en las ganancias diarias promedio entre los tratamientos, se puede observar algunas variaciones en las mismas a lo largo del periodo de pastoreo dependiendo del tratamiento. Se podrían distinguir 2 zonas en el grafico una zona que va del inicio hasta el 24 de octubre y otra que va del 24 de octubre hasta la finalización del experimento. En la primera zona se puede ver una disminución de las ganancias diarias en el tratamiento 2 (9 días de ocupación), esto se puede deber a que al comienzo del pastoreo los animales tenían mayor capacidad de seleccionar el alimento, y a medida que volvían a pastorear la misma parcela disminuían la selección causando una disminución en las ganancias. En cambio en el tratamiento de tres días de ocupación (tratamiento uno), la capacidad de selección siempre estuvo limitada por el menor tiempo de ocupación por esto las ganancias fueron menores y constantes en ese periodo. En la segunda zona de la grafica se ve un aumento en las ganancias diarias de los animales, a su vez este incremento se dan de forma similar para ambos casos ya que las líneas de tendencia de ambos son paralelas. Este aumento de las ganancias se pueden deber básicamente a cambios en la morfología y calidad de la pastura. Esta fecha coincide con la época de mayores precipitaciones dentro del periodo estudiado, pudiendo provocar estas un mayor crecimiento de las pasturas, a su vez el

entrar en primavera las condiciones fotosintéticas y de crecimiento son óptimas para las mismas. A esto se le puede sumar que el principal componente de aporte de materia seca de la mezcla es el raigras perenne, que al ser este de ciclo largo, entrega forraje de adecuada calidad por más tiempo. También podría haber algún efecto en la calidad de la pastura ya que la misma sería capaz de diluir más cantidad de nitrógeno en carbohidratos solubles, mejorando la relación energía/proteína con respecto al período invernal citado por Simeone (2004).

En el cuadro No.11 figuran las ganancias promedio en kilos por animal en los 80 días de pastoreo.

Cuadro No. 11: Ganancia total por animal según tratamiento.

	<b>Ganancia total por animal (Kg.)</b>
<b>t2</b>	<b>165a</b>
<b>t1</b>	<b>163a</b>

Si bien no existen diferencias significativas entre tratamientos, se reafirma el buen desempeño animal obtenido durante el período de 80 días, lo que se traduce en una alta ganancia por hectárea (Cuadro No. 14) y confirma la excelente calidad de la pastura ofrecida, determinando una gran eficiencia de conversión de materia seca a kilos de carne producidos. Este producto animal generado a partir de una pastura con adecuada cantidad y calidad del forraje y una buena eficiencia de utilización del mismo, producto de las correctas asignaciones logradas, son la base para el logro de altas producciones secundarias y concuerda con lo citado por Hodgson (1990), Peterson et al., citados por Cangiano et al. (1996), Elizalde (1999).

En el siguiente cuadro se muestran los pesos máximos y mínimos de los animales al inicio del pastoreo (Cuadro No. 12).

Cuadro No. 12: Pesos máximos y mínimos de inicio de pastoreo.

		<b>Peso inicial (Kg.)</b>
<b>T1</b>	<b>Peso mínimo</b>	350
	<b>Peso máximo</b>	586
<b>T2</b>	<b>Peso mínimo</b>	326
	<b>Peso máximo</b>	580

A partir de estos pesos y tomando las producciones de carne promedio por tratamiento llegamos a los resultados obtenidos en el siguiente cuadro. (Cuadro No. 13).

Cuadro No. 13: Pesos máximos y mínimos de fin de pastoreo.

		<b>Peso final (Kg.)</b>
<b>t1</b>	<b>Peso mínimo</b>	513
	<b>Peso máximo</b>	749
<b>t2</b>	<b>Peso mínimo</b>	492
	<b>Peso máximo</b>	746

Como conclusión de ese último cuadro podemos sacar que tanto en el tratamiento de 9 días como de 3 días sin importar la diferencia de pesos todos los animales llegaron a pesos de embarque al final del periodo de pastoreo.

La producción de carne promedio de cada tratamiento por hectárea se visualiza en el cuadro No. 14.

Cuadro No. 14: Producción de carne/ha.

<b>PRODUCCION POR HECTAREA</b>	
<b>t1</b>	<b>417a</b>
<b>t2</b>	<b>406a</b>

Si comparamos los datos del cuadro anterior con los obtenidos por Agustoni et al. (2008), vemos que las producción de carne por hectárea en este experimento son menores, dado que ellos con asignaciones de forraje en el entorno de 6% del peso vivo, obtuvieron producciones de 550 kg/Ha. Esta diferencia podría estar explicada a la menor producción de forraje obtenidas en este caso por las escasas precipitaciones ocurridas en el periodo en estudio, a esto se le suman las malas condiciones al momento de la implantación; ya que en este punto se juega gran parte de la productividad y persistencia de la pradera no sólo en el primer año de vida sino también en el total de su vida útil. Las condiciones serian, incorrecto manejo del barbecho del sorgo anterior, pues este fue pastoreado hasta mayo y luego se sembró la mezcla bajo análisis siendo ya bastante tarde para sembrar tomando como optimo para sembrar el mes de marzo a principios del otoño y no a principio de invierno. Es de esperarse que si se hubieran hecho las cosas de mejor manera se hubiera podido obtener mayor crecimiento del forraje, obteniéndose mayores ganancias

diarias de los animales y/o más días de pastoreo y por lo tanto una mayor producción de carne por hectárea, independiente de las condiciones de déficit hídrico.

Finalmente, se puede decir que desde el punto de vista animal es igual pastorear con cualquiera de los tiempos de ocupación analizados ya que no se obtuvieron diferencias en cuanto a la performance animal para novillos Holando pastoreando durante estos 80 días en esta época del año. Lo que concuerda con lo citado por Judd et al. (1994), Schlegel et al. (2000), los cuales afirman que a adecuadas asignaciones de forraje no hay diferencia en cambios de franja en periodos menores a 7 días.

## 5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión se podría decir que no hay diferencias significativas en usar tiempos de ocupación de pastoreo menores a 9 días, en praderas multiespecíficas donde predomine el *Lolium perenne* con asignaciones de forraje del 6%. Sin embargo, se deberá tener en cuenta el balance gramíneas-leguminosas que tenga esta mezcla, en este caso el mismo fue a favor de las gramíneas lo cual disminuye el inconveniente del meteorismo, a su vez fue pastoreado con animales de la raza Holando que son menos susceptibles a este disturbio.

En cuanto a todas las variables analizadas y discutidas en este trabajo no se vieron efectos en las mismas causadas por los periodos de ocupación utilizados, dado que no se obtuvieron diferencias significativas en las variables entre tratamientos.

Si bien los resultados arrojan que no hay diferencia significativos en las variables analizadas, entre los tiempos de ocupación de 3 y 9 días, sería prudente realizar este experimento en años posteriores para tener mayor certeza de los resultados obtenidos.

## 6. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la producción de forraje, composición botánica y producción animal de una pastura de primer año, se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú (Latitud 32° 23' 31,6" S y longitud 58° 02' 19,2 "O), un experimento sobre una pradera compuesta por *Agropyro elongatum* cv. Rayo INTA, *Lolium perenne* cv. Horizon, *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. Los tratamientos consistieron en dos tiempos de ocupación de pastoreo (tres y nueve días), utilizándose 16 novillos Holando de 3 años de edad. El método de pastoreo utilizado fue rotativo y los tratamientos en las parcelas de cada bloque se asignaron al azar. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar generalizado, donde cada uno de los tres bloques fue subdividido en 4 parcelas, de forma de realizar los 2 tratamientos con 2 repeticiones por cada bloque. Los resultados obtenidos indican que no se observaron diferencias significativas en la cantidad de forraje disponible y remanente entre los tratamientos. La altura promedio de remanente se consideró como adecuada para las especies que componen la mezcla. No se observaron diferencias significativas con referencia a la utilización de forraje y al porcentaje de utilización del mismo, siendo el valor del mismo alto para ambos tratamientos (60%), lo que estaría explicado por las cargas animales manejadas. El raigras perenne fue el que se encontró en mayor proporción con respecto al resto de los componentes de la pastura, independientemente del tratamiento considerado. La producción de carne obtenida si bien fue alta no se observaron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Por lo anterior se concluye que en las condiciones evaluadas no habría diferencia en emplear un pastoreo rotativo con periodos de ocupación menores a 9 días.

Palabras clave: Periodo de ocupación; Producción animal;  
Composición botánica; Producción de forraje.

## 7. SUMMARY

With the aim of evaluating the forage production and the animal production of a one year old pasture an experiment has been done in the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni which belongs to the Agronomy University located in the department of Paysandú (latitude 32° 23' 31" S, Longitude 58° 02' 19,2" W) over a pasture composed by *Agropyro elongatum* cv. Rayo INTA, *Lolium perenne* cv. Horizon, *Trifolium repens* cv. Zapicán and *Lotus corniculatus* cv San Gabriel. The treatments consisted in two periods of occupation in grazing (three and nine days), using 16 Holstein steers within 3 years old age. The grazing method used was a rotation system and the treatments in the plots for each block were randomly assigned. The design used in this experiment was of complete blocks chosen randomly and subdivided in 4 plots, in order to achieve the two treatments with two repetitions in each block. The results showed that there weren't significant differences in the amount of forage available and remnant between the two treatments. The average remnant can be considered adequate for the species that belong to the forage pasture. No significant differences were registered in reference with the forage use and the percentage of use of it, the value of it was height for both treatments (60%), the animal load can explain this values. Independently of the treatment, the perenne raigrass was found in a bigger proportion in comparison with the other components of the pasture. The meat production obtained was height but without estadistical differences between treatments. In order to this, we can conclude that in the evaluated conditions there is no difference in using periods of occupation lower than nine days in rotative grazing Systems.

Key words: Period of occupation; Animal production;  
Botany composition; Forage production.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. ALDAMA LOPEZ de HARO, A. A.; SALLE de LEON, M. J.; VIDART, D. 2003. Asignación de forraje y restricción del tiempo de pastoreo en primavera sobre vacas lecheras en praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 113 p.
2. ALMADA, S.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPITRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigras perenne, trébol blanco y Lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
3. ARMSTRONG, R.H.; ROBERTSON, E.; LAMB, C.S.; GORDON, I.J.; ELSTON, D.A. 1993. Diet selection by lambs in ryegrass-white clover swards differing in the horizontal distribution of clover. In: International Grassland Congress (17<sup>th</sup>., 1993, s.l.). Proceedings. s.n.t. pp. 715-716.
4. AGROKAYKN. s.f. Catalogo. (en línea). Buenos Aires. s.p. Consultado el 2 nov de 2008. Disponible en <http://www.produccionbovina.com.ar/catalogo/productos.php?r=40&sr=1>
5. 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.
6. BERTELSEN, B.; FAULKNER, D.; BUSKIRK, D.; CASTREE, J. 1993. Beef cattle performance and forage characteristics of continuous, 6-paddock and 11-paddock grazing systems. Journal of Animal Science. 71: 1381-1389.
7. BETIN, M. 1975. Perennial ryegrass and its cultivars. Fourrages. no. 64 : 167-172.
8. BLASER, R.; HAMMES, R.; BRYANT, H.; HARDISON, W.; FORTENOT, J.; ENGEL, R. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: International Grasslands Congress ( 8<sup>th</sup>., 1960, Berkshire, England). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 601-605.
9. CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.

10. \_\_\_\_\_. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no.19).
11. \_\_\_\_\_. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
12. \_\_\_\_\_. ; TERRA, J. A. 2000. Las sequías; antes y después. Montevideo, Uruguay, INIA. 133 p. (Serie Técnica no.74).
13. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
14. \_\_\_\_\_. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
15. 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. Forage; the science of grassland agriculture. 4th. ed. Ames, USA, Iowa State University Press. pp. 118-127.
16. CHILIBROSTE, P. 1998. Predicción del consumo. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo I. In: Jornadas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 2-5.
17. DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRLICA, M.J. 1985. Tillering responses to responses to enrichment of red light beneath the canopying a humid natural grassland. *Journal of Applied Ecology*. 22:199-206.
18. DUMESTRE, J.; RODRIGUEZ, N. 1995. Efecto de los niveles de suplementación de grano y frecuencia en el cambio de parcelas de pastoreo en el comportamiento de novillos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 83 p.
19. DURAN, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-64.
20. ELEGERSMA, A.; NASSIRI, M.; SCHLEPERS, H. 1998a. Competition in perennial ryegrass-white clover mixture under cutting. 1. Dry-matter yield, species composition and nitrogen fixation. *Grass and Forage Science*. 53 (4): 353-366.

21. \_\_\_\_\_.; NASSIRI, M. 1988b. 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.
22. 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.
23. FERNANDEZ, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. *Revista Plan Agropecuario*. no. 85: 6-9.
24. 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.
25. GARCIA, G.; GARCIA PINTOS, L.; LOPEZ M. 2008. Efecto de la suplementación energética sobre la performance de novillos manejados sobre una mezcla de *Raigras perenne* bajo cuatro presiones de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 194 p.
26. GREGORINI, P.; EIRIN, M.; REFI, R.; URSINO, M.; ANSIN, O.; GUNTER, S. 2006. Timing of herbage allocation in strip grazing; effects on grazing pattern and performance of beef heifers. *Journal of Animal Science*. 84: 1943-1950.
27. HARRIS, W.; THOMAS, V. J. 1973. Competition among pasture plants III. Effect of frequency and height cutting on competition between white clover and two ryegrass cultivars. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 16(1): 49-58.
28. HAYDOCK, K.P.; SHAW N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15:663-670.
29. HODGSON, J. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Logman. 203 p.

30. JAMESON, W.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34: 261-271.
31. 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 Zealand Society of Animal Production*. 54: 91-94.
32. KENNEDY, W.; REID, J.; ANDERSON, M.; WILCOX, J.; DAVENPORT, D. 1960. Influence of system of grazing on animal and plant performance. In: *International Grasslands Congress ( 8<sup>th</sup>, 1960, Berkshire, England)*. *Proceedings*. Oxford, Alden. pp. 640-644.
33. KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; AMIGONE, M. 2000. Evaluación de los sistemas de pastoreo rotativo a dos niveles de asignación de forraje en una pastura de alfalfa y gramíneas. *Revista Argentina de Producción Animal*. 20 (3-4): 187-198.
34. LACA, E.; UNGAR, E.; SELIGMAN, N.; DEMMENT, M. 1992. Effects of sward height and bulk density on bite dimensions of cattle grazing homogeneous swards. *Grass and Forage Science*. 47 (1): 91-102.
35. MENDEZ, D.; DAVIES, P. 2004. Herramientas para mejorar las ganancias de peso. (en línea). General Villegas, INTA. Consultado 13 nov. de 2008. Disponible en [http://www.produccionbivina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_engorde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/39-herramientas\\_mejorar\\_ganacias\\_de\\_peso.htm](http://www.produccionbivina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/39-herramientas_mejorar_ganacias_de_peso.htm)
36. LANGER, H. L. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
37. 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. 1-9 (Serie Técnica no. 80).
38. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and measurement of pasture production. In: *International Grassland Congress ( 8<sup>th</sup>, 1960, Berkshire, England)*. *Proceedings*. Oxford, Alden. pp. 606-611.

39. MUNRO, J. M.; DAVIES, D. A. 1973. Potencial pasture production in the uplands of Wales. 2. Climatic limitantions on productions. *Grass and Forage Science*. 28 (3): 161-170.
40. \_\_\_\_\_.; 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).
41. NABINGER, C.1996. Eficiencia 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.
42. \_\_\_\_\_. 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.
43. 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).
44. PEREIRA, M.2007. ¿Que Lotus sembrar. *Revista Plan Agropecuario*. 122: 36-38.
45. 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.
46. 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).
47. REINOSO, V.; SOTO, C. 2006. Cálculo y manejo en pastoreo controlado. *Revista Veterinaria*. 41 (161-162): 9-14.
48. SANTIÑAQUE, F.; CARAMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Montevideo, CIAAB. pp. 16-21.
49. SCHLEGEL, M.; WACHENHEIM, C.; BENSON, M.; BLACK, J.; MOLINE, W.; RITCHIE, H.; SCHWAB, G.; RUST, S. 2000. *Grazing methods and*

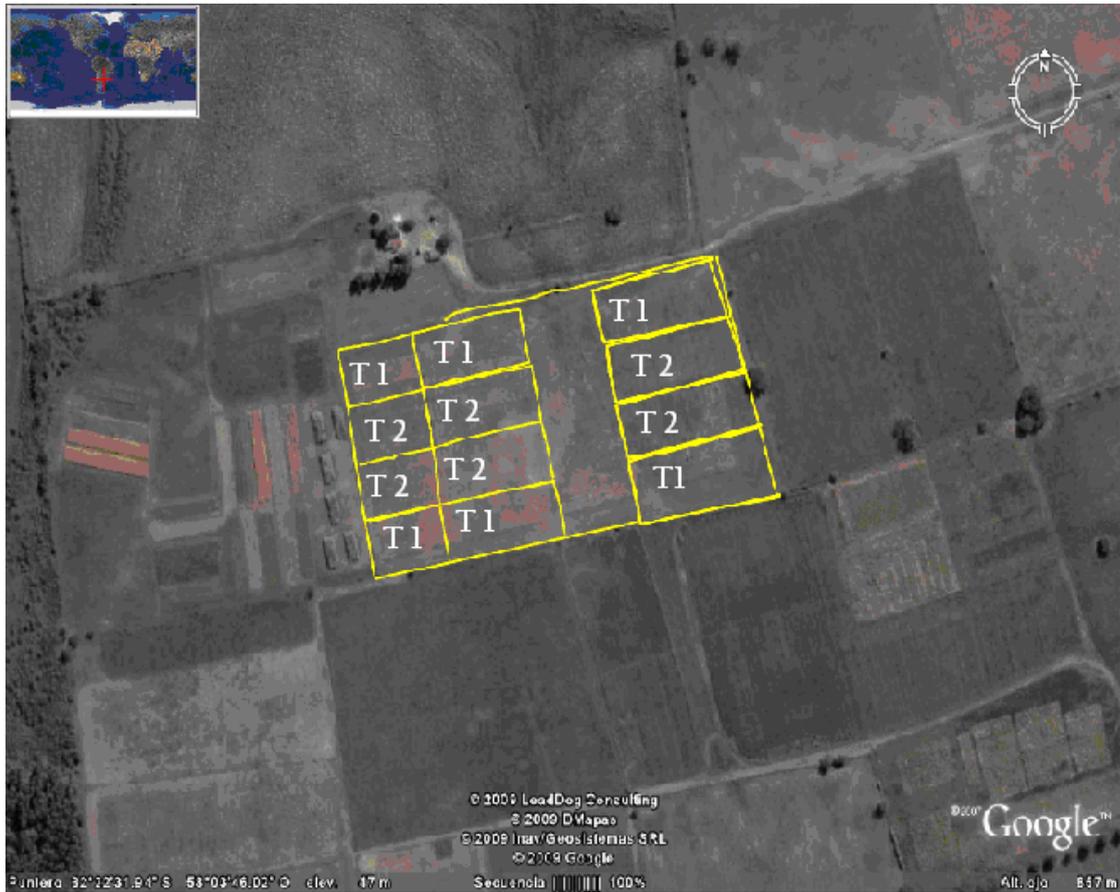
stocking rates for direc-seeded alfalfa pastures. Journal of Animal Science. 78: 2192-2201.

50. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2004. Manejo nutricional en ganado de carne. In: Jornada Anual de la unidad de Producción Intensiva de Carne (2004, Paysandú). Memorias. Paysandú, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 1-19.
51. SOCA, P.; CHILIBROSTE, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMC. Cangüé. no. 30: 36-44.
52. 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%20archivos/Bovinos/rotaciondepastoreo.htm>
53. TOLEDO, S. rev. 2007. Guía para la presentación de trabajos finales. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Departamento de Documentación y Biblioteca. 23 p. Consultado 18 ago. 2009. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/>
54. TOTHILL, J.; HARGREAVES, J.; JONES, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. Tropical Agronomy Technical Memorandum. no. 8: 85-91.
55. UNGAR, E. 1996. Ingestive behavior. In: Hodgson, J.; Illuis, A. eds. The ecology and management of grazing systems. Wallingford, CABI. pp. 1-19.
56. VAZ MARTINS, D. 1997. Suplementación energética en condiciones de pastura limitante. In: Suplementación estratégica para el engorde de ganado. Montevideo, INIA. pp.8-30 (Serie Técnica no. 83).
57. \_\_\_\_\_. 2006. Efecto de la presión de pastoreo sobre la ganancia en peso y eficiencia de utilización del forraje de novillos de distinta edad. In: Avances sobre engorde de novillos en forma intensiva. Montevideo, INIA. 30 p. (Serie Técnica no. 135).
58. ZANONIANI, R. A.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.
59. \_\_\_\_\_.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigras bajo distintas intensidades de

pastoreo. In: Reunao do Grupo Tecnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21<sup>a</sup>., 2006, Pelotas, RS, Brasil).Trabalhos apresentados. s.n.t. 1 disco compacto,8mm.

## 9. ANEXOS

Anexo No. 1:





ANEXO No. 2:

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 35

Procedimiento GLM

Información del nivel de clase

Clase	Niveles	Valores
trat	2	1 2
rep	4	1 2 3 4

Número de observaciones 16

Variables dependientes con modelos de valores ausentes equivalentes

Pattern	Observación	Variables dependientes
1	15	pini gtkg gdkg
2	16	pfin prodpcarc prodcha

NOTA: Variables in each group are consistent with respect to the presence or absence of missing values.

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 36

Procedimiento GLM

Variable dependiente: pini

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	68073.23333	9724.74762	2.19	0.1611
Error	7	31056.50000	4436.64286		

Total correcto 14 99129.73333

R-cuadrado 0.686709    Coef Var 14.85241    Raiz MSE 66.60813    pini Media 448.4667

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	76.05556	76.05556	0.02	0.8995
trat*rep	6	68072.80357	11345.46726	2.56	0.1225

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para trat\*rep como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	76.05555556	76.05555556	0.01	0.9374

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 37

Procedimiento GLM  
Variable dependiente: gtkg

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	416.933333	59.561905	0.14	0.9897
Error	7	2888.000000	412.571429		

Total correct 14 3304.933333

R-cuadrado 0.126155    Coef Var 12.40545    Raiz MSE 20.31185    gtkg Media 163.7333

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	8.0000000	8.0000000	0.02	0.8932
trat*rep	6	410.5892857	68.4315476	0.17	0.9782

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para trat\*rep como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	8.00000000	8.00000000	0.12	0.7441

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 3

Procedimiento GLM

Variable dependiente: gdkg

Fuente	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	0.06233333	0.00890476	0.13	0.9931
Error	7 0.49500000	0.07071429		
Total correcto	14	0.55733		

R-cuadrado 0.111842  
 Coef Var 12.95073  
 Raiz MSE 0.265922  
 gdkg Media 2.053333

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	0.00055556	0.00055556	0.01	0.9319
trat*rep	6	0.06214286	0.01035714	0.15	0.9839

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para trat\*rep como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	0.00055556	0.00055556	0.05	0.8245

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 39

Procedimiento GLM

t Tests (LSD) para pini

NOTA: Este test controla el índice de error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	6
Error de cuadrado medio	11345.47
Valor crítico de t	2.44691
Diferencia menos significativa	134.89
Media armónica de tamaño de celdas	7.466667

NOTA: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	N	trat
A	448.63	8	1
A	448.29	7	2

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 40

Procedimiento GLM

t Tests (LSD) para gtkg

NOTA: Este test controla el índice de error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	6
Error de cuadrado medio	68.43155
Valor crítico de t	2.44691
Diferencia menos significativa	10.476
Media armónica de tamaño de celdas	7.466667

NOTA: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	N	trat
A	164.429	7	2
	A		
A	163.125	8	1

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 41

Procedimiento GLM

t Tests (LSD) para gdkg

NOTA: Este test controla el índice de error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	6
Error de cuadrado medio	0.010357
Valor crítico de t	2.44691
Diferencia menos significativa	0.1289
Media armónica de tamaño de celdas	7.466667

NOTA: Los tamaños de las celdas no son iguales.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	N	trat
A	2.05714	7	2
A	2.05000	8	1

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 42

Procedimiento GLM

Variable dependiente: pfin

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	71272.0000	10181.7143	2.06	0.1658
Error	8	39485.0000	4935.6250		
Total correcto	15	110757.0000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	pfin Media
0.643499	11.61703	70.25400	604.7500

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	784.00000	784.00000	0.16	0.7006
trat*rep	6	70488.00000	11748.00000	2.38	0.1275

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para trat\*rep como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	784.0000000	784.0000000	0.07	0.8048

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 43

Procedimiento GLM

Variable dependiente: prodcparc

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	560.470000	80.067143	0.21	0.9714
Error	8	2980.480000	372.560000		
Totalcorr	15	3540.950000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	prodcparc Media
0.158282	11.71760	19.30181	164.7250

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	40.9600000	40.9600000	0.11	0.7487
trat*rep	6	519.5100000	86.5850000	0.23	0.9540

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para trat\*rep como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	40.96000000	40.96000000	0.47	0.5173

Procedimiento GLM

Variable dependiente: prodcha

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	7	521.161300	74.451614	0.23	0.9663
Error	8	2599.793000	324.974125		
Total correc	15	3120.954300			

R-cuadrado	0.166988	Coef Var	11.95169	Raiz MSE	18.02704	prodcha Media	150.8325
------------	----------	----------	----------	----------	----------	---------------	----------

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	90.1550250	90.1550250	0.28	0.6127
trat*rep	6	431.0062750	71.8343792	0.22	0.9589

Tests de hipótesis usando el MS Tipo III para trat\*rep como un término de error

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
trat	1	90.15502500	90.15502500	1.26	0.3054

Procedimiento GLM  
t Tests (LSD) para pfin

NOTA: Este test controla el índice de error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	6
Error de cuadrado medio	11748
Valor crítico de t	2.44691
Diferencia menos significativa	132.61

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	N	trat
A	611.75	8	1
A	597.75	8	2

Sistema SAS 09:23 Saturday, May 8, 2009 46

Procedimiento GLM

t Tests (LSD) para prodpcarc

NOTA: Este test controla el índice de error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	6
Error de cuadrado medio	86.585
Valor crítico de t	2.44691
Diferencia menos significativa	11.384

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	N	trat
A	166.325	8	2
A	163.125	8	1

## Procedimiento GLM

## t Tests (LSD) para prodcha

NOTA: Este test controla el índice de error comparisonwise de tipo I, no el índice de error experimentwise.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	6
Error de cuadrado medio	71.83438
Valor crítico de t	2.44691
Diferencia menos significativa	10.369

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

t Agrupamiento	Media	N	trat
A	153.206	8	1
A	148.459	8	2

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 1

The GLM Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
trat	2	t1 t2
bl	3	b1 b2 b3

Number of observations 6

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 2

The GLM Procedure

Dependent Variable: Crec

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	584193.5000	194731.1667	1.18	0.4897
Error	2	330625.3333	165312.6667		
Corrected Total	5	914818.8333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Crec Mean
0.638589	13.85382	406.5866	2934.833

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bl	2	4489.3333	2244.6667	0.01	0.9866
trat	1	579704.1667	579704.1667	3.51	0.2020

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 3

The GLM Procedure

Dependent Variable: Crecaj

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	1021010.000	340336.667	1.27	0.4685
Error	2	535033.333	267516.667		
Corrected Total	5	1556043.333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	Crecaj Mean
0.656158	16.62375	517.2201	3111.333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bl	2	897.333	448.667	0.00	0.9983
trat	1	1020112.667	1020112.667	3.81	0.1901

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 4

The GLM Procedure  
Dependent Variable: dip

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	148662.5000	49554.1667	1.11	0.5056
Error	2	89110.3333	44555.1667		
Corrected Total	5	237772.8333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	dip Mean
0.625229	12.15321	211.0809	1736.833

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bl	2	4202.3333	2101.1667	0.05	0.9550
trat	1	144460.1667	144460.1667	3.24	0.2136

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 5

The GLM Procedure  
Dependent Variable: Rem

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	95354.5000	31784.8333	7.60	0.1185
Error	2	8366.3333	4183.1667		
Corrected Total	5	103720.8333			

R-Square 0.919338    Coeff Var 10.65233    Root MSE 64.67740    Rem Mean 607.1667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bl	2	87506.33333	43753.16667	10.46	0.0873
trat	1	7848.16667	7848.16667	1.88	0.3043

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 6

The GLM Procedure  
Dependent Variable: Desap

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	212771.0000	70923.6667	0.94	0.5519
Error	2	150576.3333	75288.1667		
Corrected Total	5	363347.3333			

R-Square 0.585586    Coeff Var 24.29636    Root MSE 274.3869    Desap Mean 1129.333

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bl	2	128280.3333	64140.1667	0.85	0.5400
trat	1	84490.6667	84490.6667	1.12	0.4005

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 7

The GLM Procedure  
Dependent Variable: putil

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	3	297.0000000	99.0000000	1.97	0.3537
Error	2	100.3333333	50.1666667		
Corrected Total	5	397.3333333			

R-Square 0.747483    Coeff Var 10.95285    Root MSE 7.082843    putil Mean 64.66667

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
bl	2	294.3333333	147.1666667	2.93	0.2542
trat	1	2.6666667	2.6666667	0.05	0.8391

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 8

The GLM Procedure  
t Tests (LSD) for Crec

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
Error Degrees of Freedom 2  
Error Mean Square 165312.7  
Critical Value of t 4.30265  
Least Significant Difference 1428.4

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	3245.7	3	t1
A			
A	2624.0	3	t2

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 9

The GLM Procedure  
t Tests (LSD) for Crecaj

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	2
Error Mean Square	267516.7
Critical Value of t	4.30265
Least Significant Difference	1817

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	3523.7	3	t1
A			
A	2699.0	3	t2

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 10

The GLM Procedure  
t Tests (LSD) for dip

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	2
Error Mean Square	44555.17
Critical Value of t	4.30265
Least Significant Difference	741.55

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	1892.0	3	t1
A			
A	1581.7	3	t2

The SAS System 12:40 Saturday, May 22, 2009 11

The GLM Procedure  
t Tests (LSD) for Rem

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	2
Error Mean Square	4183.167
Critical Value of t	4.30265
Least Significant Difference	227.22

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	643.33	3	t1
A			
A	571.00	3	t2

The GLM Procedure  
t Tests (LSD) for Desap

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	2
Error Mean Square	75288.17
Critical Value of t	4.30265
Least Significant Difference	963.95

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	1248.0	3	t1
A			
A	1010.7	3	t2

The GLM Procedure  
t Tests (LSD) for putil

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	2
Error Mean Square	50.16667
Critical Value of t	4.30265
Least Significant Difference	24.883

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	trat
A	65.333	3	t1
A			
A	64.000	3	t2