

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ANIMAL DE TRES MEZCLAS  
FORRAJERAS DE PRIMER AÑO**

**por**

**Ignacio GROLERO GARCÍA  
Facundo RODRÍGUEZ DE ALMEIDA**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2015**

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

---

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

---

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 24 de marzo de 2015

Autores:

---

Ignacio Grolero García

---

Facundo Rodríguez de Alemeida

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestros tutores Ing. Agr. Ramiro Zanoniani, Ing. Agr. Pablo Boggiano e Ing. Agr. Alfredo Silbermann, por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

A nuestras familias por acompañarnos incondicionalmente en este proceso de formación y permitirnos concretar esta fuerte vocación por la carrera.

A nuestros compañeros de la generación EEMAC 2013 y todos los que nos acompañaron desde nuestro inicio.

Al personal de la EEMAC por su ayuda a nivel de campo y de laboratorio.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1 <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1 <u>OBJETIVO GENERAL</u> .....	3
1.2 <u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u> .....	3
2 <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	4
2.1 <u>MEZCLAS FORRAJERAS</u> .....	4
2.1.1 <u>Importancia de la mezcla de especies</u> .....	6
2.1.2 <u>Componentes de las mezclas</u> .....	7
2.1.3 <u>Dinámica de mezclas</u> .....	10
2.2 <u>EFFECTOS DEL PASTOREO</u> .....	12
2.2.1 <u>Aspectos generales</u> .....	12
2.2.2 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u> .....	14
2.2.2.1 <u>Intensidad</u> .....	14
2.2.2.2 <u>Frecuencia</u> .....	15
2.2.3 <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción</u> .....	16
2.2.4 <u>Efecto sobre la fisiología de las plantas</u> .....	19
2.2.4.1 <u>Efecto sobre el rebrote</u> .....	20
2.2.4.2 <u>Efecto sobre las raíces</u> .....	23
2.2.4.3 <u>Efectos sobre la utilización del forraje</u> .....	24
2.2.4.4 <u>Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas</u> .....	26
2.2.4.5 <u>Efecto sobre la composición botánica</u> .....	27
2.2.4.6 <u>Efecto sobre la persistencia</u> .....	28
2.2.4.7 <u>Efectos sobre la calidad</u> .....	31
2.2.5 <u>Efecto del pastoreo sobre la performance animal</u> .....	32
2.3 <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	34
2.3.1 <u>Aspectos generales de la producción animal</u> .....	34
2.3.2 <u>Relación entre el consumo, la disponibilidad y la altura</u> .....	35
2.3.3 <u>Relación entre la oferta de forraje y el consumo</u> .....	37
3 <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	41
3.1 <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES</u> .....	41
3.1.1 <u>Lugar y período experimental</u> .....	41
3.1.2 <u>Información meteorológica</u> .....	41

3.1.3	<u>Descripción del sitio experimental</u> .....	41
3.1.4	<u>Antecedentes del área experimental</u> .....	42
3.1.5	<u>Tratamientos</u> .....	42
3.1.6	<u>Diseño experimental</u> .....	43
3.2	<b>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</b> .....	44
3.2.1	<u>Mediciones de las principales variables</u> .....	44
3.2.1.1	Forraje disponible y rechazado .....	44
3.2.1.2	Altura del forraje disponible y remanente.....	45
3.2.1.3	Materia seca desaparecida .....	45
3.2.1.4	Porcentaje de utilización .....	45
3.2.1.5	Peso de los animales.....	45
3.2.1.6	Ganancia de peso media diaria .....	46
3.2.1.7	Oferta de forraje.....	46
3.2.1.8	Producción de peso vivo .....	46
3.3	<b>HIPÓTESIS</b> .....	46
3.3.1	<u>Hipótesis biológica</u> .....	46
3.3.2	<u>Hipótesis estadística</u> .....	46
3.4	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b> .....	47
3.4.1	Modelo estadístico.....	47
4	<b><u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u></b> .....	48
4.1	<b>DATOS METEOROLÓGICOS</b> .....	48
4.2	<b>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</b> .....	48
4.2.1	<u>Forraje disponible</u> .....	48
4.2.2	<u>Forraje remanente</u> .....	51
4.2.3	<u>Evolución de la materia seca presente pre y post pastoreo</u> .....	53
4.2.4	<u>Forraje desaparecido</u> .....	57
4.2.5	<u>Oferta de forraje</u> .....	59
4.3	<b>PRODUCCIÓN ANIMAL</b> .....	60
4.3.1	<u>Ganancia media diaria por animal (GMD)</u> .....	61
4.3.2	<u>Producción de peso vivo por animal y por hectárea</u> .....	65
4.4	<b>CONSIDERACIONES FINALES</b> .....	68
5	<b><u>CONCLUSIONES</u></b> .....	71
6	<b><u>RESUMEN</u></b> .....	72
7	<b><u>SUMMARY</u></b> .....	73
8	<b><u>BIBLIOGRAFÍA</u></b> .....	74
9	<b><u>ANEXOS</u></b> .....	83

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS, para cada tratamiento.....	48
2. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento, en centímetros.....	50
3. Forraje remanente promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento.....	51
4. Altura promedio del forraje remanente por tratamiento, en centímetros.....	53
5. Forraje desaparecido para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS...	57
6. Porcentaje de utilización de forraje disponible promedio para cada tratamiento.....	57
7. Oferta de forraje promedio para cada tratamiento, expresada como kg seca por día cada 100 kg de peso vivo.....	59
8. Peso inicial, final, promedio y carga (promedio del período) en Kg/ha de PV según tratamiento.....	60
9. Ganancia media diaria promedio por animal para cada tratamiento, en los diferentes periodos.....	61
10. Ganancia promedio por animal en kg de PV y producción en kg/ha de PV para cada tratamiento.....	65
Figura No.	
1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	43
2. Evolución de la materia seca para los distintos tratamientos.....	54
3. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento.....	56
4. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento.....	56
5. Producción de carne (kgPV/ha) en función de la oferta de forraje (kgMS/d/100kgPV).....	67

## 1 INTRODUCCIÓN

Para enfrentar la falta de forraje en cantidad y calidad, en nuestra región existen distintas alternativas. Estas van desde un manejo ajustado y adecuado del campo natural, pasando por la fertilización e interseembra de especies, hasta el remplazo total de la vegetación con pasturas sembradas (Carámbula, 2010a).

Las praderas mezcla conformadas por especies perennes son el camino más rentable para generar alimentos para la producción animal dentro del universo de las pasturas sembradas en Uruguay, siempre que se instalen correctamente y se manejen de modo adecuado. La sucesión de verdeos de verano e invierno tanto como las praderas de ciclo corto, no logran superar las rentabilidades que retorna el sólo hecho de que con un barbecho, una siembra y un sólo período de crecimiento inicial se obtenga un lapso de pastoreo de al menos tres años. Dejando de lado las ventajas económicas, se pueden observar otros tantos beneficios entre los cuales se destacan las coberturas densas en los suelos, la incorporación de una buena dosis de materia orgánica en el interior de los mismos, la capitalización del nitrógeno mineralizado durante el verano y la existencia de superficie de pastoreo en momentos en que ésta se reduce debido a la generación de barbechos destinados a la instalación de nuevas pasturas o verdeos (Silbermann, s.f.).

Si bien a nivel de investigación y de producción comercial los datos revelan que las pasturas cultivadas permiten superar altamente la productividad y calidad del campo natural (Carámbula, 2010a), una de las limitantes más difícil de sostener en nuestras condiciones es su baja persistencia y estacionalidad.

El tipo de suelo y la topografía, la presencia de malezas, la época del año en que se requiere forraje, y el tipo de sistema productivo en cuestión son los factores básicos que inciden en la elección de las especies a sembrar. Si se incluyen leguminosas en la mezcla, se logra un ahorro importante de nitrógeno

y una mejora sustancial en el consumo animal por aumentos de digestibilidad y calidad, en tanto que la inclusión de gramíneas perennes confiere mayor persistencia a la pradera debido a que éstas no permiten el establecimiento de la gramilla. García et al., citados por Labandera (2005) afirman que las leguminosas fijan en promedio 30 Kg de nitrógeno por tonelada de materia seca de leguminosa por año. En suma, se dice que en una mezcla forrajera la especie leguminosa otorga la calidad proteica de la dieta, al tiempo que la gramínea provee el volumen de forraje.

Por otra parte, cabe destacar la importancia y el valor que representa el estudio y la comparación de varias mezclas forrajeras, donde los resultados se vuelcan para ayudar a orientar la toma de decisiones, sobre una base científica, más cuantitativa, amplia y racional, y que considere un abanico mayor de sistemas de distinta intensidad, con el objetivo de incrementar los índices de producto animal por unidad de superficie y así mejorar los resultados económicos de dichos sistemas. A modo de ejemplo, por lo general, cuanto más intensivo es el sistema, mayor precocidad se busca a la hora de seleccionar la mezcla y es aquí donde se destacan asociaciones de corta duración con raigrás y trébol rojo en su formulación, por su alta capacidad de crecimiento inicial, la cual le permite ofrecer un primer pastoreo en períodos cortos de tiempo. Cuando la composición de la mezcla integra al menos tres especies, por ejemplo una gramínea perenne con trébol blanco y lotus, se prioriza la necesidad de complementar ciclos, con posibilidad de oferta de forraje todo el año. En mezclas compuestas por alfalfa más otra especie, como por ejemplo dactylis, el fin primario es asegurar mayor disponibilidad de forraje en períodos secos, buscando complementación para un uso de todo el año.

La producción animal con base en pasturas pone en movimiento un conjunto de variables, de cuya acción e interacción emerge un proceso dinámico complejo que genera una respuesta física y produce un resultado económico (Viglizzo, citado por Menéndez de Luarca, 1982). Esta producción ganadera, predominante en nuestro país, depende en gran medida de la cantidad y calidad del forraje producido, de la capacidad del animal para cosecharlo y utilizarlo eficientemente, y de la capacidad del productor para



manejar los recursos a su disposición, siendo la cantidad de alimento consumido el principal factor que determina la productividad animal (Galli et al., 1996). Una alternativa de producción dentro de los sistemas intensivos es la utilización de novillos de raza Holando. En estos sistemas, dichos animales han demostrado su alta capacidad para convertir forraje en carne, siendo que, si bien poseen un alto costo de mantenimiento que conlleva una significativa pérdida de peso cuando el forraje es limitante y de baja calidad, la eficiencia de conversión es elevada cuando la calidad y disponibilidad es correctamente ajustada (Zanoniani, 2014).

## 1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo de este trabajo consiste en evaluar la producción animal individual y por hectárea, y la eficiencia de conversión, logradas por tres grupos de novillos de sobreaño, pastoreando tres mezclas forrajeras en el año de implantación, en el período invierno-primaveral. Las tres mezclas forrajeras en cuestión son: a) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, b) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, y c) *Lolium perenne* y *Trifolium pratense*.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Se determinan cuatro objetivos específicos en este trabajo:

- 1) Evaluar y comparar la disponibilidad y oferta de forraje de las mezclas
- 2) Evaluar y comparar el peso vivo promedio alcanzado por animal y por hectárea
- 3) Evaluar y comparar las ganancias medias diarias estacionales y promedio en el período
- 4) Evaluar y comparar la eficiencia de producción y la producción de carne por animal y por hectárea sobre cada una de las mezclas

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 MEZCLAS FORRAJERAS

Se define como mezcla forrajera a una población artificial integrada por varias especies con diferentes características morfofisiológicas. El resultado de esta asociación junto con los atributos individuales de cada especie, produce un proceso complejo de interferencias que puede tener los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último ninguna interferencia (Carámbula, 2010a).

Las mezclas forrajeras están compuestas por especies gramíneas y leguminosas perennes generalmente. El objetivo de éstas es producir alto rendimiento de materia seca con alto valor nutritivo, durante varios años. Es fundamental que esta producción esté uniformemente distribuida en el año. En Uruguay existen para lograr estos objetivos, dado principalmente por la variación estacional de algunos parámetros ambientales (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Al momento de seleccionar las mezclas es necesario buscar aquellas especies que admitan un manejo similar, para así favorecer la complementariedad. En términos más simples sería elegir la mejor compañera (Blaser et al., citados por Formoso, 2011). Las mezclas forrajeras con mejores resultados productivos y de persistencia para nuestras condiciones se pueden dividir en: de larga duración, de corta duración, y anuales. Las primeras son praderas que con un manejo adecuado deberían durar 4 años. Según Formoso (2006), una alternativa puede ser la mezcla de trébol blanco y lotus corniculatus asociados a una gramínea perenne tal como la festuca o el dactylis; si las características del suelo lo permiten, otra alternativa puede ser alfalfa sola o en mezcla con dactylis o cebadilla. Las segundas tienen una persistencia de dos años. Por lo general en estas mezclas predomina el trébol rojo, el cual puede ir asociado a una gramínea como raigrás.

Las pasturas cultivadas constituidas por mezclas de gramíneas invernales y leguminosas de ciclo invernal y estival alcanzan su máxima producción en primavera (donde ocurre la etapa reproductiva de la mayoría de las especies sembradas) y su menor producción en verano, determinando la estación de mayor carencia de forraje. La entrega invernal de forraje mayor que la estival está asociada fundamentalmente al nivel de fertilidad de los suelos en cuestión, pudiendo en ciertos casos aproximarse a la producción lograda en otoño (Carámbula, 2010a).

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

Al momento de elección de las especies a incluir en la mezcla se debe tener en cuenta los siguientes factores: a) la adaptación edáfica de la especie, b) la zona geográfica donde se va a sembrar, c) el destino del recurso, d) duración de la pradera y momento de aprovechamiento, e) y el sistema de producción (Correa, citado por Arenares et al., 2011).

Es así que la respuesta en producción anual y estacional de una mezcla, va a depender de las especies sembradas y del ambiente al que estén sometidas durante su desarrollo y crecimiento. Además el efecto ambiente puede ser alterado a través de la defoliación y el uso de fertilizantes o herbicidas con los que puede controlarse en parte la composición y producción de las pasturas (Scheneiter, 2005).

Es recomendable no incluir más de 4 especies por mezcla y asegurarse que tengan similar comportamiento de crecimiento. Es importante, no incluir especies de alto crecimiento que puedan desplazar a las perennes. La importancia de las leguminosas es provocar no sólo aumentos en los rendimientos de materia seca de las gramíneas, sino que además mejorar la calidad del forraje producido (Hall y Vough, 2007).

### 2.1.1 Importancia de la mezcla de especies

Algunos autores afirman que no hay pruebas de un aumento en la producción de forraje de las mezclas en comparación con las pasturas puras (Rhodes, citado por Carámbula, 2007a). Otros afirman que la combinación de especies forrajeras debería ser más eficiente para el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles (Jones et al., Rhodes, Harris y Lazenby, citados por Carámbula, 2010a)

En cambio, mezclas de especies templadas y tropicales en un ambiente que permite el crecimiento de ambas rindieron más que una pastura sembrada únicamente con especies templadas (Jones et al., citados por Santiñaque y Carámbula, 1981).

Existen referencias que para que una mezcla rinda más que cada uno de sus componentes por separado, deberían ser de diferente ciclo, de forma que se superpongan lo menos posible, minimizando la competencia entre éstos (Van der Bergh, citado por Harris y Lazenby, 1974).

Dentro de las especies forrajeras, tanto gramíneas como leguminosas, presentan diferencias en su adaptación a regiones templadas, subtropicales o tropicales, encontrándose diferentes respuestas en estas regiones. Por esto, es común el uso de mezclas forrajeras multipropósito compuestas por tres o cuatro especies complementarias (invernales-estivales), intentando una buena distribución estacional (Carámbula, 2010c).

Carámbula (2010a) afirma que mezclas de especies complementarias, (invernales y estivales) pueden resultar más productivas que las mezclas simples. Por otra parte, la ventaja de la mezcla frente a la especie pura no necesariamente implica que las especies rindan más dentro de la mezcla, sino que las mezclas hacen una utilización mas eficiente de los recursos (Fariña y Saravia, 2010).

Esto se acentúa si los ciclos de las especies son complementarios (Carámbula, 2010a). A medida que aumenta el número de especies que componen la mezcla, la contribución individual de cada componente disminuye, no obstante, las especies deprimidas en algún período del año pasan a ser dominantes en otro, donde presentan ventajas comparativas de crecimiento, esta complementación hace posible aumentar los rendimientos globales de las asociaciones (Formoso, 2010).

### 2.1.2 Componentes de las mezclas

La necesidad de que las pasturas estén formadas por especies de distintas familias surge por diferentes razones. Por un lado, las gramíneas poseen muy buena adaptación a la mayoría de los suelos, no producen meteorismo, presentan muy pocos ataques de plagas y enfermedades, proveen buena persistencia a las pasturas, permiten un adecuado control de malezas de hoja ancha, proveen materia seca a las pasturas a lo largo del año. Las leguminosas por su parte son proveedoras de nitrógeno a las gramíneas, presentan un alto valor nutritivo para la dieta animal y promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres y degradados por mal manejo, mejorando la estructura del suelo, particularmente en profundidad (Carámbula, 2010a).

Es por esto, que al instalar una pastura, el objetivo debe ser lograr un buen balance de gramíneas y leguminosas, para lo cual es aceptado como ideal una proporción de 60 – 70% de las primeras, 20 – 30% de las segundas y 10% de malezas (Carámbula, 2010a).

Langer (1981) afirma que los rendimientos máximos de las mezclas de gramíneas y leguminosas se logran con la fertilización fosfatada de las pasturas estimulando un máximo vigor de las leguminosas y como consecuencia, una máxima fijación de nitrógeno. Si a esto se le agrega el pastoreo con un retorno completo del estiércol y la orina, se maximiza la velocidad de transferencia de nitrógeno de las leguminosas a la gramínea. La cantidad de nitrógeno fijado en los nódulos de las leguminosas no es suficiente para cubrir sus propias

necesidades durante el primer año y los inviernos, por lo cual se descarta la capacidad de ofrecérselo a las gramíneas en la mezcla durante estos períodos.

Cabe destacar que mientras una pastura alta en proteínas y baja en carbohidratos solubles (mayor proporción de leguminosas) favorece la producción de leche o el engorde de corderos, un forraje con pasturas “maduras” es más apropiado para la producción de carne vacuna (Carámbula, 2007a).

Las pasturas formadas por gramíneas puras sin fertilización nitrogenada suelen tener serios problemas luego del primer año (Bertin y Scheneiter, citados por Carámbula, 2007a), pero con la inclusión de una leguminosa asociada puede aumentar considerablemente la producción de forraje de la mezcla, como es la inclusión del trébol blanco en una pastura de festuca (Scheneiter y Pagano, 1998). Incluida esta leguminosa se alcanzaron durante primavera – verano valores mayores de digestibilidad, amortiguando el descenso de calidad que presentan las gramíneas puras en esta época del año (Scheneiter, 2000).

En situaciones donde se quiere implementar el uso de leguminosas puras como bancos de proteína, la presencia de una gramínea perenne permite aumentos de un 10 a 20 % en la oferta de forraje sobre la leguminosa pura (Carámbula, 2007a).

Cuando se utilizan leguminosas en pasturas mezclas con gramíneas de ciclos complementarios se puede observar como la entrega de forraje se torna más prolongada y de mejor calidad, promoviéndose la estabilidad de la pastura. Esto estaría dado en detrimento de la producción individual de la o las leguminosas utilizadas en la mezcla comparadas con siembras puras (Carámbula, 2010a).

La asociación de alfalfa con gramíneas templadas, probablemente no produzca un incremento en la producción total de forraje, pero es una alternativa que permite mejorar la curva de oferta forrajera invernal respecto al cultivo puro (Otondo et al., 2008).

Formoso (2000) señala que esa igualdad en producción de forraje total entre la alfalfa pura y en mezclas con gramíneas perennes ocurre generalmente en los primeros dos a tres años de la pastura, pero en determinadas situaciones, del cuarto año en adelante, la superioridad de las mezclas puede alcanzar registros de 10 a 40%. Esto puede deberse a que la presencia de malezas en las mezclas de alfalfa con una gramínea perenne es sustancialmente inferior a los que presentan los cultivos puros de la leguminosa.

Para un estudio realizado con alfalfa, en el año del establecimiento, la mezcla con festuca, acumuló un 17% más de forraje que la alfalfa pura, fuera fertilizada o no. Si bien la mezcla aportó una mayor cantidad de forraje invernal, no presentó diferencias en digestibilidad con la alfalfa pura, entregando más forraje con similar calidad (Scheneiter y Rimieri, citados por Scheneiter, 2000).

Existen algunos estudios que demuestran que incluir una gramínea en mezcla con alfalfa puede producir disminución del número de plantas de la leguminosa. Bertin y Josifovich, citados por Scheneiter (2000) registraron un efecto negativo mayor con festuca que con dactylis o falaris, dejando en evidencia la importancia de la elección de la gramínea para la persistencia del banco de proteínas formado por la leguminosa. Este problema puede presentarse también con lotus.

La inclusión de mezclas en base a alfalfa en la cadena forrajera de los sistemas de invernada aporta una alta producción de forraje de calidad en verano, época del año donde la mayoría de las forrajeras templadas disminuyen sus tasas de crecimiento y/o pierden calidad permitiendo una terminación eficiente de los animales a campo con buenas ganancias de peso (Otondo et al., 2008).

Además las gramíneas permiten extender la vida útil de la pastura cuando se registran condiciones contraproducentes para la persistencia de la alfalfa (Otondo et al., 2008). Otra ventaja de su utilización en mezclas con

gramíneas se produce una vez que la capacidad de fijación de nitrógeno suplementa el nitrógeno necesario del sistema (Dall'Agnol y Meredith Scheffer-Basso, citados por Molinelli et al., 2014).

Haciendo referencia a la inclusión de lotus y trébol blanco asociados en una mezcla, Carámbula (2007a) sostiene que se trata de una mezcla de gran adaptación a diferentes condiciones de suelo, clima y manejos del pastoreo, por lo que generalmente presenta buen comportamiento y versatilidad.

Por otro lado, al tratarse de dos especies de distinto género, presentan distintas susceptibilidades a plagas y enfermedades, por lo tanto la población mezcla de estos individuos actúa de barrera natural de defensa. Otra ventaja que resalta el autor, es que la presencia de lotus reduce las posibilidades de que ocurran problemas de meteorismo en el ganado (Carámbula, 2010a).

Por último, es importante resaltar que la persistencia productiva de estas leguminosas en la pastura está condicionada por un proceso eficiente de formación y enraizamiento de estolones en el trébol blanco y la instalación de plantas nuevas debido a la resiembra natural de ambas especies. La importancia relativa de dichas alternativas de persistencia estará dado por las condiciones ambientales presentes y las medidas de manejo a las cuales sean sometidas (Carámbula, 2007a).

### 2.1.3 Dinámica de mezclas

En las mezclas forrajeras generalmente se da que en el segundo y tercer año de la pastura hay un balance a favor de las leguminosas, esto es lo que determina la mayor producción de materia seca en estos años y promueve una mayor producción animal aunque con riesgos de meteorismo incrementados (Carámbula, 2010a).

Es probable que este predominio de las leguminosas sobre las gramíneas se debe a que la siembra de las mismas se da sobre suelos pobres y degradados, en los cuales la fertilización fosfatada con la falta de nitrógeno,



conduce a una deficiente implantación de las gramíneas e inevitablemente el desbalance de especies en la mezcla (Carámbula, 2007a).

Otra característica que estaría afectando la implantación es que las leguminosas requieren niveles de humedad menor que las gramíneas para germinar debido a características de sus semillas que absorben más agua y germinan más rápido. Por ende, las leguminosas se adaptan a germinaciones en ambientes con niveles restringidos de humedad. Si bien absorben rápidamente agua, también la pierden con velocidad, lo cual es una desventaja (Carámbula, 2010a).

Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene aspectos positivos, genera indefectiblemente, aspectos negativos como, pasturas con baja persistencia. Una vez aumentado el nivel de nitrógeno en suelo, mediante la fijación biológica de éste, y teniendo en cuenta la vida corta de las mismas, la invasión de especies más adaptadas pero menos productivas termina dominando las pasturas (Carámbula, 2007a).

Los principales factores que condicionan la dominancia de las leguminosas en las mezclas se reúne en dos grupos: los que actúan desde la implantación de la pastura y los que intervienen a través del manejo. Ambos modifican no solo el balance entre gramíneas y leguminosas sino que también el rendimiento anual de las mismas (Carámbula, 2007a).

Por lo contrario, en suelos fértiles ya sea natural o artificialmente, las mezclas se presentan generalmente bien balanceadas (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2007a).

A partir del tercer año de la pastura se afirman las gramíneas si es que fueron bien implantadas desde el inicio. Las leguminosas pueden sufrir pérdidas de plantas en veranos secos, por lo tanto es importante la generación de buenos bancos de semilla (Carámbula, 2007a).

Uno de los principales focos de inestabilidad de las pasturas es la invasión de malezas en el verano. Éstas encuentran las mejores condiciones para su crecimiento, en los espacios de suelo descubierto que aparecen en el verano como consecuencia de la desaparición de las leguminosas invernales sensibles a las sequías, constituyendo nichos para las especies invasoras. El enmalezamiento depende básicamente del tipo de mezcla forrajera y es ésta la que determina la intensidad y velocidad de este proceso. Aquellas formadas por especies anuales son las más infectadas, mientras que a medida se perenniza más la mezcla este efecto ocurre con menor frecuencia (Carámbula, 2007a).

Según Moliterno (2002), en el primer año, la inclusión de una gramínea anual con alto vigor inicial en la mezcla, tiene efectos positivos muy importantes en la producción total de forraje y en mantener bajos los porcentajes de malezas (Carámbula, 2007a). Un aspecto de enorme importancia a tener en cuenta cuando se elaboran mezclas forrajeras es que las mezclas que no incluyen gramíneas perennes en su formulación, generalmente terminan convirtiéndose en gramillales (Formoso, 2006).

Los diferentes grados de enmalezamiento son consecuencia de incrementos sensibles en la población de especies no deseadas, dado por la existencia de bancos de semillas y/u órganos perennes de las malezas presentes en el suelo, por el aumento en la fertilidad debido al fósforo del fertilizante y el nitrógeno que aportan las leguminosas, y especialmente por los espacios libres que dejan estas al disminuir su población en la época estival (Carámbula, 2010a).

## 2.2 EFECTOS DEL PASTOREO

### 2.2.1 Aspectos generales

Según Langer (1981), un buen manejo del pastoreo tiene dos objetivos principales. El primero de estos consiste en producir una cantidad máxima de forraje, con la mayor calidad posible. El segundo objetivo es asegurar que la mayor cantidad posible de alimento producido sea comida por el animal en

pastoreo.

La interrelación entre el rumiante en pastoreo y la pastura es un proceso dinámico. Por un lado, los aspectos físico-químicos y morfológicos de las pasturas influyen el material ingerido por el animal, determinando esto junto con el potencial propio del animal, su desempeño. Por el otro, el forraje removido determina la cantidad y tipo de material remanente, que posteriormente tiene una influencia preponderante en la capacidad de rebrote de la pastura. En el control de estos procesos está la base del manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, 1963).

Para lograr un manejo exitoso de sistema no se deben aplicar las mismas técnicas todo el año, sino que deben tenerse en cuenta las variaciones climáticas y los cambios morfofisiológicos de las especies (Carámbula, 1991).

El manejo de la defoliación para permitir rendimientos elevados de forraje durante la etapa vegetativa, debe considerar de forma primordial la frecuencia y la intensidad del pastoreo, presentando la menor pérdida posible de recursos naturales, favoreciendo a la vez el buen comportamiento animal (Carámbula, 2007a).

El conocimiento de los efectos de la duración del rebrote dentro del patrón de cambios de los principales procesos fisiológicos involucrados en la acumulación neta de forraje, provee las bases racionales para optimizar la producción de pasto en el marco del manejo rotacional (Parsons y Penning, 1988).

La producción de forraje en las praderas se puede aumentar, mediante el manejo eficiente de las diferentes estrategias de defoliación, al disminuir o aumentar la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Matthews et al., citados por Garduño et al., 2009).

## 2.2.2 Parámetros que definen el pastoreo

### 2.2.2.1 Intensidad

La intensidad de cosecha refiere al rendimiento de cada corte. El mismo está determinado por el remanente luego de que se retiran los animales. Esto afecta el rendimiento de cada defoliación y condiciona el rebrote. Es importante que el remanente que se deje sea fotosintéticamente eficiente. Para Parsons y Penning (1988), la defoliación severa es la eliminación de la mayor parte del área foliar, y es sinónimo de una eficiente utilización del crecimiento del pasto. De esta forma mayor intensidad tiene como beneficio la cantidad de forraje cosechado pero como perjuicio la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2007a).

Por tanto, los pastoreos más intensos reducen la producción de forraje, sin embargo el porcentaje de utilización del forraje producido es mayor, ya que la remoción del forraje verde aumenta y disminuyen las pérdidas por senescencia (Chilibroste et al., 2008).

La intensidad se controla a través de la regulación y el tipo de animales por hectárea (carga animal) y determinando, a través del método de pastoreo, la ubicación espacial y temporal de los animales. Entonces, lograr una alta eficiencia de conversión del pasto producido, en algún producto animal, implica ajustar la carga animal y el método de pastoreo (Cangiano, 1996).

Una vez que las pasturas alcanzan un área foliar que intercepte casi toda la luz incidente, la tasa de crecimiento se hace máxima. Sin embargo, el tiempo transcurrido hasta lograr este IAF crítico depende de la época del año y, fundamentalmente, de la altura hasta la cual la pastura fue cortada (intensidad) (Langer, 1981).

La presión del pastoreo afecta el número de plantas, de macollos y el peso de los mismos (Grant et al. 1981, Hodgson 1990, Fulkerson y Slack 1995, Saldanha et al. 2010). Para que no sea afectado el crecimiento posterior, cada

especie posee una altura mínima a la cual es recomendable dejar el remanente. Así, las especies postradas admiten menores alturas de defoliación que las especies erectas, aunque estas pueden adaptarse en parte a manejos intensos (Carámbula, 2007b).

#### 2.2.2.2 Frecuencia

Se define como el intervalo de tiempo entre dos defoliaciones sucesivas, siendo uno de los parámetros en determinar la cuantificación del pastoreo (Harris, 1978).

Cada especie tiene un período de crecimiento limitado y cuanto mayor sea el número de cosechas menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos y por lo tanto menor será la producción de forraje de cada una de ellas (Carámbula, 2010c).

Cuando los pastoreos son muy frecuentes genera una reducción en el nivel de reservas y reducción en el peso de las raíces, lo cual genera una menor producción de forraje y rebrotes más lentos. El debilitamiento de las plantas por este factor, aumenta su susceptibilidad al ataque de enfermedades, generando la muerte de las mismas (Formoso, 2000).

En cambio, si las pasturas son sometidas a períodos prolongados de descanso su rendimiento relativo es mayor explicado por la oportunidad de reaprovisionar sus reservas, comparado con las mismas sometidas a períodos de descanso corto o pastoreos continuos (Langer, citado por De Souza y Presno, 2013).

La frecuencia de defoliación constituye entonces una variable que, asociada a las características genéticas de las especies combinadas, determina el resultado productivo (Molitorio, 2002).

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 en que

aquella se realice, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar un volumen adecuado de forraje, o sea haber llegado a su IAF óptimo. Por tanto en leguminosas donde su IAF óptimo es relativamente menor que las gramíneas, se podrá hacer una utilización más frecuente de las mismas (Carámbula, 2007b).

Según Fulkerson y Slack (1995), el número de hojas es un indicador de la etapa de crecimiento de una pastura, lo cual es determinante para definir el intervalo de defoliación. Los resultados del trabajo de estos autores indican que el momento óptimo para realizar el pastoreo es a las tres hojas totalmente expandidas luego de iniciado el rebrote. Esto no solo permite expresar el máximo potencial de rebrote en ese ciclo de crecimiento, sino también en el próximo.

Para Hodgson (1990) la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal. En caso de que la pastura no alcance su IAF óptimo, debido a una frecuente defoliación, la relación rojo/rojo lejano de la luz aumenta, dando como resultado la formación de plantas con hojas cortas y una alta población de tallos. En cambio, cuando la defoliación es menos frecuente aumenta la competencia por luz entre las plantas, por lo que éstas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994).

Numerosos resultados de la investigación demuestran que incrementando la frecuencia de pastoreo se logra aumentar el porcentaje de utilización de las pasturas y mantener una mayor y más homogénea calidad del forraje consumido (Fernández, 1999).

### 2.2.3 Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su producción

Teniendo en cuenta que en las pasturas el rendimiento económico está constituido fundamentalmente por macollas, tallos y hojas, es esencial conocer los eventos que determinan la formación de estos componentes y los efectos de

diferentes factores que pueden tener efecto sobre los mismos (Carámbula, 2010b).

Zanoniani (1999) plantea como objetivos del pastoreo, colocar las plantas en similares condiciones de competencia por los recursos, permitiéndoles además recuperarse luego de finalizado el pastoreo. Con este planteo es necesario descartar el pastoreo continuo, ya que el mismo no tiene en cuenta estos aspectos. A diferencia, el pastoreo rotativo/racional permitiría contemplar los objetivos anteriores.

Comparando con el pastoreo continuo, los sistemas rotacionales mantienen a las plantas en un estado más activo de crecimiento. También, disminuye la selección, permitiendo un pastoreo más parejo con el posterior crecimiento uniforme de las parcelas. Hay que tener en cuenta que la calidad del forraje es distinta en los diferentes estratos del pasto, principalmente en las leguminosas y en menor magnitud en las gramíneas (The Stockman Farmer, citado por De Souza y Presno, 2013).

El efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, además este efecto es distinto entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas tienen mayor intercepción de luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia tienen una recuperación más rápida. Dentro de las gramíneas también existe comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y, en consecuencia, sus rendimientos en materia seca son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una mayor producción con manejos más aliviados (Carámbula, 2010a).

Reafirmando los párrafos anteriores, Heitschmidt (1984) reportó que la producción de plantas de porte erecto, como el *Lolium perenne* y *Lotus corniculatus*, así como su persistencia, aumentan proporcionalmente con el largo de los períodos de descanso, es decir con manejos más aliviados,

generando mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

En pasturas con pastoreo aliviado muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos, por lo que su valor como área fotosintética es bajo (Carámbula, 2010c).

La remoción por pastoreo de los estratos de tejidos meristemáticos, genera un retraso en el restablecimiento del área foliar dado a que el rebrote deberá realizarse a partir de las yemas axilares (Briske, citado por Cullen et al., 2006).

El pastoreo tiene incidencia directa sobre la morfogénesis de las especies integrantes de una pastura. Esta incidencia depende básicamente de la especie animal y de la capacidad de carga que soporte la pastura (Brancato et al., 2004).

Brink, citado por Olmos (2004), reportó una disminución en la producción de materia seca por hectárea de estolones usando diferentes variedades de trébol blanco, al comparar la respuesta frente a las alturas de corte de 2,5 cm y 10 cm.

Según Langer (1981) se podrían obtener los rendimientos más altos de forraje anuales permitiendo a las pasturas crecer, repetidamente, en forma ininterrumpida y cosechando inmediatamente antes de que la velocidad de acumulación de materia seca disminuya o se detenga. De esta forma la pastura crecería a una tasa máxima durante el máximo tiempo posible.

A modo de resumen, se puede decir que pastoreos frecuentes y poco nitrógeno en el suelo favorecen a las leguminosas. Por otro lado, pastoreos poco frecuentes y un nivel alto de nitrógeno en el suelo promueve el desarrollo de las gramíneas. Por último, para lograr un buen balance entre gramíneas y



leguminosas lo recomendado son pastoreos frecuentes y mucho nitrógeno en el suelo (Carámbula, 2007a).

#### 2.2.4 Efecto sobre la fisiología de las plantas

La producción foliar es un proceso continuo regulado por variables del ambiente y características del estado de la pastura. Bajo pastoreo, las pasturas sufren eventos de defoliación cuya frecuencia e intensidad afectan la fisiología de las plantas, por su efecto en la tasa de producción de nuevas hojas. Por lo tanto, la optimización de los sistemas de pastoreo no puede concebirse independientemente de la maximización de la producción de forraje. Es una interacción entre los tres flujos de tejido foliar de los sistemas pastoriles: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons et al., 1991).

En términos generales, la defoliación determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética y por lo tanto del nivel de energía disponible para la planta (Simpson y Culvenor, citados por Formoso, 1996). Ante este estrés, las plantas reaccionan ordenando y priorizando diversos procesos, de forma continua en el espacio y en el tiempo, por un sistema “central de regulación” (Chapin, citado por Formoso, 1996).

Luego de un período de pastoreo la mayor prioridad apunta hacia el objetivo de maximizar la velocidad de rebrote utilizando eficientemente la energía remanente post – defoliación, a los efectos de restablecer lo más rápidamente posible un balance positivo de fijación de energía (Chapin et al., Richards, citados por Formoso, 1996).

Según Simpson y Culvenor, citados por Formoso (1996), en el transcurso de estos procesos, el rebrote alcanza un tamaño y actividad que posibilita las máximas tasas de incremento de materia seca aérea, se alcanza el índice de área foliar óptimo y se intercepta el 90% o más de la radiación fotosintéticamente activa.

Smith, citado por Formoso (1996), afirma que el momento en que las tasas de crecimiento del forraje comienzan a decrecer, donde la fijación y translocación de energía supera la demanda de los meristemas refoliadores de la parte aérea, la energía sobrante es destinada a restaurar el nivel de reservas previamente utilizado.

#### 2.2.4.1 Efecto sobre el rebrote

La capacidad de rebrote de una planta, después de la cosecha o defoliación, depende entre otros, de factores fisiológicos, tales como la acumulación de reservas de carbohidratos en la raíz, la superficie foliar remanente y la activación de los puntos de crecimiento (Pérez et al., citados por Molinelli et al., 2014).

En pasturas bajo un buen manejo, el rebrote es proporcional a la masa foliar presente y la pérdida de hojas representa simplemente una pérdida de área foliar de fácil recuperación (Milthorpe y Davidson, citados por Carámbula, 2007b).

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

Si el área foliar remanente permite a las plantas, y por consiguiente a la pastura, permanecer en una situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración (punto de compensación), el rebrote se reinicia sin dificultades y sin necesidades de recurrir a sustancias de reservas. Es decir que de acuerdo con la altura y la calidad del remanente al cual se deje la pastura finalizado el pastoreo, las plantas podrán utilizar o no sustancias de reserva ubicadas, la mayoría de ellas, en los órganos subterráneos (Jacques, citado por Carámbula, 2010c).

En general las reservas se acumulan luego de cubiertos los requerimientos fisiológicos y el crecimiento de los diferentes órganos. Por esto, un exceso en la acumulación de reservas se debe a un crecimiento no realizado y si se extrema buscando porcentajes altos de reservas, se producirá menor cantidad de materia seca, esto ocurre con pastoreos poco frecuentes y aliviados (Carámbula, 2010b).

Luego del pastoreo, se producirán tanto cambios en las tasas de los principales procesos fisiológicos, como en la relación entre ellos. La fotosíntesis puede incrementar rápidamente al expandirse las nuevas hojas, pero puede ocurrir un retraso antes de que exista un aumento correspondiente en la tasa de senescencia foliar, lo que daría como resultado un aumento en la duración del área foliar del rebrote (Hunt, Parsons y Robson, citados por Parsons y Penning, 1988).

Los incrementos en la intensidad de la radiación que se dan en la primavera, coinciden con la elongación de tallos, por lo tanto el IAF es mayor a un mismo porcentaje de intercepción de luz. Esto hace que a pesar del incremento en el IAF, las hojas inferiores sigan fotosintetizando de forma activa y la intercepción se mantenga en valores del 95 %. En cambio en el otoño rápidamente se llega a una intercepción completa y además el potencial fotosintético de las hojas puede ser menor, por lo que la tasa de senescencia se incrementa rápidamente, pudiendo superar a la tasa de crecimiento (Escuder, 1996).

El rebrote de especies forrajeras después de consumidas, se lleva a cabo por una combinación de restos de hojas y reserva de carbohidratos, las que aportan energía al mismo. 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, citado por De Souza y Presno, 2013).

Según Langer (1981), cuando el remanente es alto, se ve reducido el rebrote debido a que el material vegetal senescente sombrea a las hojas verdes.

La defoliación causa una reactivación de la distribución de recursos entre los macollos maduros que anteriormente eran independientes, de tal forma que los macollos intactos apoyen a los macollos defoliados con carbono (Marshall y Sagar, Forde, Gifford y Marshall, Ryle y Powell, citados por Cullen et al., 2006).

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

La primera hoja en expandirse luego del pastoreo actúa como fosa de carbohidratos solubles en una primera etapa y de fuente de carbohidratos solubles luego de expandirse completamente, aportando a las otras partes de la planta (Williams, citado por Fulkerson y Slack, 1995). Se concluye de esto que el peor momento para pastorear se daría antes de la expansión completa de la primera hoja (Fulkerson y Slack, 1995), ya que se consumirían reservas que no se están reponiendo.

De este modo, las reservas de hidratos de carbono tienen importancia principalmente los primeros días de rebrote, después la fotosíntesis se convierte en la principal fuente de carbono (Richards, Donaghy y Fulkerson, citados por Cullen et al., 2006).

La intensidad y frecuencia de los cortes modifica la cantidad de meristemos refoliadores, los niveles de energía disponibles para los mismos, y las tasas de crecimiento de los rebrotes (Formoso, 1996).

Para mantener un adecuado nivel de reservas basta con dejar áreas foliares apropiadas después de los pastoreos, promover las mismas antes de los períodos de latencia, así como retrasar la defoliación durante el rebrote de las plantas después de períodos de estrés (Valentine, citado por Carámbula, 2007b).

En las especies perennes, hasta la espigazón, ocurre una disminución en las reservas con el desarrollo de las macollas fértiles. Finalizada la antesis y mientras se da la fructificación, las reservas se van restaurando hasta llegar a los niveles iniciales. En las especies anuales en cambio, todas las sustancias nutritivas se van acopiando en la región de los entrenudos del tallo alargado y en la inflorescencia, para apoyar al llenado de grano. Una vez que la semilla está madura la planta muere (Carámbula, 2007b).

Brougham, citado por Escuder (1996), refiriendo a una mezcla de raigrás, trébol blanco y trébol rojo, observa que el rebrote estuvo ligado a la proporción de luz interceptada por la pastura y consecuentemente, relacionado con el área foliar remanente.

#### 2.2.4.2 Efecto sobre las raíces

Otro efecto no menor de la defoliación, al reducir las sustancias de reserva, es su impacto sobre las raíces, ya que cuando hay sobrepastoreo, se da una reducción importante de las mismas. En los períodos de sequía, provoca una disminución de absorción de agua y nutrientes desde partes profundas del suelo, limitando el rebrote y la supervivencia de las plantas (Troughton, citado por Carámbula, 2007b).

Para que las pasturas produzcan abundante forraje, es necesario, entre otros factores, que cuenten con un sistema radicular apropiado, especialmente en períodos de déficits hídricos (Carámbula, 2010b).

Luego de cada corte o pastoreo una parte importante de los sistemas radiculares de una pastura muere y con ella, en las leguminosas mueren también numerosos nódulos, todo lo cual sucede como consecuencia de la falta de aporte de carbohidratos producidos por la parte aérea, al quedar ésta reducida luego de un pastoreo (Carámbula, 2010b).

El sobrepastoreo en invierno altera el microambiente de la pastura, principalmente a través del pisoteo, lo cual afecta la parte aérea de las plantas. También afecta sus sistemas radiculares a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. De este modo la aireación se ve reducida, al igual que la velocidad de infiltración del agua (Edmond, citado por Carámbula, 2010b).

Si ocurre un exceso hídrico en suelos con mal drenaje, asociado a sobrepastoreo, ocurren disminuciones en el crecimiento, volumen y vigor de los sistemas radiculares y por tanto condiciona, no sólo un atraso importante en el rebrote de la parte aérea, sino lo que es peor, la supervivencia de las plantas en el verano siguiente. Esta época es el mejor momento para la formación y desarrollo de sistemas radiculares adecuados, que permiten enfrentar de mejor manera, situaciones críticas debidas a la ocurrencia de sequías que se registran mayormente en el verano (Carámbula, 2010b).

#### 2.2.4.3 Efectos sobre la utilización del forraje

Davies, citado por Escuder (1996), afirma que la producción de forraje de las pasturas se encuentra muy ligada al rebrote y a los factores que afectan al mismo. Esto sucede porque la utilización de las pasturas comprende alguna forma de defoliación, ya sea por corte o pastoreo directo, varias veces por año, lo cual implica perder casi el total del área foliar que intercepta radiación.

Aumentar la presión de pastoreo trae aparejado un aumento en la eficiencia de la utilización de las pasturas, pero como eso también implica una disminución en el IAF y, consecuentemente, una menor intercepción de luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye (Smetham, citado por Escuder, 1996). En pasturas con alto IAF el crecimiento y fotosíntesis se mantienen cercanos al máximo. Esto hace que disminuya la eficiencia de utilización y que, por ende, aumenten las pérdidas por senescencia (Escuder, 1996).

La utilización de la pastura también depende de la frecuencia y de las características estructurales de la misma. Cuando el intervalo entre sucesivas defoliaciones es mayor a la vida media foliar, una mayor proporción del material verde producido puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la porción cosechable aumenta. Por esto el tipo de manejo (frecuencia y severidad de defoliación) interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura para determinar la fracción cosechable de la misma (Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al., 2004). Esto es importante para definir estrategias de pastoreo, considerar el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollos y tener en cuenta el tiempo de descanso óptimo, para cada especie en particular.

Posterior a concluir su crecimiento, las hojas permanecen durante un tiempo y mueren (Robson et al., citados por Escuder, 1996). Este período depende de factores como la especie y la estación del año. La tasa de aparición y la vida media de las hojas, son determinantes del porcentaje de cosecha ya que, se puede ajustar el intervalo entre aparición y muerte de hojas y la entrada de los animales a la pastura, permitiendo ser más eficiente y evitando que una proporción de las hojas muera antes de ser consumidas por el diente animal. También sucede la muerte de macollos y estolones.

A modo de maximizar la producción de forraje deben evitarse defoliaciones tan severas que reduzcan el crecimiento del mismo. Al mismo tiempo, dichas defoliaciones pueden ser lo suficiente intensas como para lograr una buena eficiencia de cosecha y poder así reducir las mermas de forraje por senescencia (Pearson et al., citados por Escuder, 1996).

#### 2.2.4.4 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas

La morfología de las plantas se ve modificada por efectos del pastoreo. La carga a la cual sea sometida la pastura y la especie animal va a determinar el grado en que se modifique la morfología de la pastura. El efecto de la defoliación no es significativo cuando este se genera en la lámina de la hoja, pero se aprecia una disminución en el largo de las mismas cuando son defoliadas a nivel de las vainas (Grant et al., 1981).

Según Chapman y Lemaire, citados por Escuder (1996), algunas especies tienen plasticidad fenotípica y alteran su estructura poblacional y su morfología frente a aumentos de la presión de pastoreo, para mantener un crecimiento relativamente invariable (homeostático). Especies de hábito erecto y que pueden ser defoliadas casi por completo, como la alfalfa, tienen un menor desarrollo de los mecanismos homeostáticos. Es por ello que si no queremos perjudicar a estas plantas, es necesario retirar el ganado y esperar a que recompongan su área foliar y reservas, durante un buen lapso de descanso. En ciertas gramíneas en las que las reservas se acumulan en la base de las vainas (o pseudotallo) las defoliaciones severas pueden provocar grandes deterioros.

En gramíneas como el raigrás, la producción neta no se ve afectada debido a que existe una relación inversa entre el peso y tamaño de los macollos, lo que les permite alterar su estructura. Por otro lado, si la tasa de crecimiento de la pastura disminuye con altas cargas, las pérdidas por senescencia también lo hacen (Escuder, 1996).

Según Hay y Newton, citados por Olmos (2004), bajo regímenes de defoliación severos, la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares, se reduce notoriamente, provocando un aumento en la mortandad de plantas, afectando en mayor medida el desarrollo de las yemas reproductivas en comparación con las vegetativas.

En pastoreos continuos, pasturas mantenidas con bajo IAF presentan una mayor densidad de macollos, siendo estos de menor tamaño. A su vez una



mayor densidad poblacional de macollos es esperada en pasturas sujetas a defoliaciones más frecuentes, por disminuir el efecto de sombreo en macollos basales (Fernández y Nava, citados por Molinelli et al., 2014). Esto permite un ambiente más lumínico (cantidad y calidad de la luz) en la base de las mismas más favorables para la aparición de macollos (Voisin y Younguer, citados por Brancato et al., 2004).

Las condiciones de densidad pueden afectar la densidad global de la pastura. En primer lugar existen diferencias entre los distintos estratos de una pastura en cuanto a densidad, proporción de materia seca y digestibilidad. Pasturas con 20 cm de altura agrupan más de la mitad del forraje en los primeros 5 cm, a su vez en este estrato concentran el forraje menos digestible. La mayor diferencia se da entre el estrato inferior y el superior (García, 1995).

Según García (1995), la estación del año también influye, modificando la arquitectura de la planta, la relación tallo/hoja, y el contenido de materia seca. Para culminar, la edad de la pastura se relaciona a cambios en el balance gramíneas/leguminosas, y a la acumulación de restos secos.

#### 2.2.4.5 Efecto sobre la composición botánica

El efecto del método de pastoreo y la variación implícita en la frecuencia o intensidad de defoliación que eso representa, puede interactuar con el mayor o menor crecimiento estacional que tienen las especies de la pastura, y posibilita el control o manipuleo de la composición botánica de la misma (Escuder, 1996).

Cangiano (1996) considera que un pastoreo activo y frecuente, cuando la especie considerada está en activo crecimiento, resulta en una disminución de su capacidad competitiva, en comparación a otras especies que sufrieron el pastoreo en forma latente o con una menor tasa de crecimiento. Existen momentos críticos del año para una pastura donde, darle tiempo de recuperación luego de una defoliación así como pastorearla intensamente, puede alterar la composición de especies de la misma. El tiempo de ese período crítico depende de las especies presentes, pero según Jones, citado

por Barthram et al. (1999), habitualmente defoliaciones poco intensas en momentos de activo crecimiento de una especie, puede favorecer la predominancia de ésta en la pastura.

Según Barthram et al. (1999), los cambios en la composición botánica debidos a alteraciones en el manejo suceden paulatinamente, mientras que cambios en la estructura vertical de la pradera son visibles en el corto plazo.

Jones, citado por Carámbula (2010b) concluye que gran parte del descenso en la productividad y el deterioro de la composición botánica de las pasturas sembradas es consecuencia de manejos incorrectos. También subrayó la importancia fundamental de las interacciones entre manejo y fertilizante, en el mantenimiento o mejoramiento de la composición y calidad de la pastura. Bajo pastoreo rotativo controlado con altas cargas, las parcelas fertilizadas cambiaban su composición florística, dominando las especies deseables. Las mismas, pero sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no mostraban cambios en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anulaba el efecto benéfico del fertilizante (Carámbula, 2010b).

Al alterarse la estructura botánica se altera en consecuencia la distribución de la producción a lo largo del año, pero la producción total anual acarrea una menor variación (Cangiano, 1996).

#### 2.2.4.6 Efecto sobre la persistencia

El manejo del pastoreo debe tener como objetivo maximizar el crecimiento y utilización de forraje de alta calidad, manteniendo la persistencia productiva, de forma de favorecer la estabilidad a largo plazo de los ecosistemas (Brock y Hay, 1993).

*“La persistencia de las pasturas se logra cuando se dispone de una población suficiente de plantas para cumplir con los requerimientos y expectativas del sistema de producción en marcha”* (Marten et al., citados por Carámbula, 2010c).

La pérdida de las especies perennes sembradas provoca una disminución en la persistencia. Fundamentalmente esta pérdida ocurre en la fracción leguminosa, ya que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variadas, aunque teniendo rendimientos menores a medida que avanza la edad de la pastura. De este modo, los espacios que van dejando las leguminosas terminan siendo ocupados por plantas invasoras como malezas, gramíneas ordinarias y muchas veces anuales (Carámbula, 2007a).

La evolución de la pastura por falta de persistencia se da, entonces, de especies perennes a anuales, de estivales a invernales y de naturales a invasoras (Moore, citado por Carámbula, 2010c).

Cuando no se maneja bien el pastoreo comienzan a detectarse zonas severamente pastoreadas y otras con pastoreo muy liviano. Esto desemboca en reducciones en la persistencia de la pastura (Hughes y Jackson, citados por Carámbula, 2007b). Si se hace caso a las recomendaciones dirigidas para el buen manejo de las distintas especies en las distintas circunstancias, la práctica del pastoreo no debería provocar inconvenientes serios en la persistencia. Algunos factores asociados, como el pisoteo, el pastoreo selectivo y el traslado de fertilidad, podrían ser los que provocarían efectos nocivos sobre las pasturas (Hay y Hunt, citados por Carámbula, 2007b).

Por ejemplo, la intensidad del corte disminuye el contenido de carbohidratos en el rastrojo (Wilson y Robson, 1970), y bajos niveles de éstos determinan un escaso rebrote de hojas y raíces, afectando la persistencia de la pastura (Fulkerson, 1994).

La cantidad y calidad de la luz que llega a la base de la pastura es modificada por la defoliación determinando procesos fisiológicos que provocan cambios en la persistencia (Gastal et al., 2004). Al reducirse la relación rojo/rojo lejano que llega a la base de la pastura por sombreado del forraje acumulado verde en pastoreos menos intensos o frecuentes, se reduce el macollaje (Gautier et al., 1999) lo que puede afectar la persistencia de la pastura

(Fulkerson, 1994). Es así que Almada et al. (2007), midiendo el efecto de la carga sobre una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus, reportaron que en el tratamiento en el que el uso de la pastura fue más intenso los animales tuvieron que salir entre 20 y 30 días antes que el resto de los tratamientos porque el nivel de pisoteo y debilidad de las plantas no permitió que la pastura se recomponga para entregar el último pastoreo, lo que se traduce en una importante pérdida de plantas para el segundo año de la pastura.

Retomando el concepto anterior, el pisoteo provoca compactación y desagregación. La primera incide en forma directa sobre el crecimiento de las raíces y reduce el rendimiento, y la segunda provoca pérdidas de suelo por erosión (Carámbula, 2007b).

El manejo del pastoreo interactúa complejamente con los factores ambientales dominantes y los recursos genéticos para influir sobre la persistencia. Cuando las presiones ambientales son rigurosas (altas temperaturas, sequías), el manejo se torna un factor crítico y determinante, para tratar de no afectar la persistencia de las plantas. Inversamente, cuando las presiones ambientales son bajas y por tanto las condiciones para el crecimiento son favorables, es posible realizar en ciertos momentos, manejos relativamente severos. A su vez, el pastoreo, ejerce un efecto directo sobre la base genética presente, determinando para distintas circunstancias, crear nuevos materiales (Carámbula, 2007b).

Cualquier factor que afecte negativamente el crecimiento y desarrollo de las raíces impactará en la sobrevivencia de las plantas, ya que la absorción tanto de agua como de nutrientes se verá directamente afectada (Donaghy y Fulkerson, 1998).

Para las especies perennes, la persistencia debe favorecerse básicamente por un manejo del pastoreo que permita la aparición de nuevas unidades de crecimiento. Para ello es relevante administrar el pastoreo de forma tal que los procesos de macollaje y formación de tallos, rizomas y

estolones, no se vean afectados. En algunas especies, bajo ciertas condiciones, se debe permitir que suceda el proceso de floración-fructificación para poder lograr este objetivo (Carámbula, 2007b).

#### 2.2.4.7 Efectos sobre la calidad

Al aumentar la presión de pastoreo en pasturas de zonas templadas, la disminución en el consumo de forraje presenta mayor importancia relativa en comparación con la disminución del valor nutritivo de la materia seca ingerida (Wade, citado por Escuder, 1996).

Normalmente, la etapa vegetativa de una pastura es de buena digestibilidad, y sólo en el caso de que las pasturas puedan crecer hasta el estado de madurez próximo a la floración, la digestibilidad comienza a disminuir considerablemente en función de que el proceso de lignificación de las paredes celulares se aligera. En las gramíneas, dicho proceso comienza en el momento en que los tallos florales se empiezan a elongar, alcanzando un máximo cuando la semilla está madurando (Langer, 1981).

Para hacer un buen manejo de las pasturas cuando éstas cambian de estado vegetativo a reproductivo es necesario recordar que la producción de forraje en este momento, depende del desarrollo de los tallos fértiles, de los tallos vegetativos, y de la aparición de nuevas macollas y tallos pequeños que van remplazando a los tallos fértiles, cuando estos son removidos (Carámbula, 2010b).

En pastoreos más frecuentes sucede que el forraje producido contiene mayores niveles de proteína, extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda, que con cortes menos frecuentes. Esto es debido a la variación en la relación hoja/tallo como consecuencia de las distintas frecuencias de corte (Langer, 1981).

Es importante recordar que en esta etapa se produce una gran acumulación de materia seca pero con una evidente caída en la calidad de la

misma. Ambos aspectos deben balancearse si la pastura tiene como destino el pastoreo directo. Es así que se recomienda comenzar con el control temprano en la primavera, cuando el animal no puede discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. De este modo, el macollaje se mantendría activo, con sistemas radiculares más profundos y con oferta de forraje de calidad superior hacia el verano. Debe tenerse en cuenta que los pastoreos de fines de primavera así como los del inicio no deben ser intensos. Esto aplica para especies perennes donde la floración no es trascendente, y es beneficioso suprimirla (a excepción de algunas especies y bajo determinadas circunstancias), contrariamente a lo que ocurre en especies anuales donde la floración y fructificación pasan a ocupar un primer plano para asegurar su persistencia (Carámbula, 2010b).

En suma, para lograr rendimientos más abultados pero de menor calidad deben llevarse a cabo manejos de pastoreo poco frecuentes e intensos. Por otra parte, cortes o pastoreos repetidos y aliviados, promueven menores rendimientos pero de mayor calidad (Langer, 1981).

#### 2.2.5 Efecto del pastoreo sobre la performance animal

Los objetivos principales del buen manejo de pastoreo son producir la máxima cantidad de forraje con la mayor calidad posible y asegurar que el mayor volumen del forraje producido sea comido por los animales bajo. Combinar con éxito ambos sistemas biológicos (plantas y animales) es la meta final, de tal manera de obtener la mejor utilización del forraje producido, sin perjudicar la persistencia productiva de la pastura (Smethan, citado por Carámbula, 2010c).

El consumo de materia seca se ve afectado tanto por el animal como por la pastura. En relación al animal intervienen distintos mecanismos. El mecanismo de bocados está limitado por el número y peso de bocados. El mecanismo de distensión tiene como límite el llenado ruminal. Cuando se alcanza este límite es el tiempo de retención el que pasa a regular el consumo. El tiempo de retención depende estrechamente de las tasas de digestión y

pasaje. El mecanismo metabólico asume un límite superior en el consumo de energía digestible, el que, cuando es alcanzado, determina el consumo por la concentración de energía digestible de la dieta (Cangiano, 1996).

A su vez, hay factores relacionados con el animal que afectan el consumo de forraje como ser edad, peso, condición corporal (Cangiano, 1996).

Cambios en las condiciones de las pasturas y la oferta del forraje intervienen en la performance animal mediante sus efectos en rendimiento y calidad del forraje consumido (Hodgson, 1984).

Cuando el forraje es abundante, las características del mismo son las que determinan el consumo a través de la distensión ruminal o, cuando el mismo es de alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Agustoni et al. (2009) afirman que animales pastoreando a cargas aliviadas pueden escoger la fracción de mejor calidad, consumiendo bajas cantidades.

En el caso inverso, si el forraje es escaso, las características del mismo no tienen mayor relevancia en el consumo. Bajo estas condiciones, el consumo se ve más afectado por el comportamiento ingestivo, a través de las restricciones en el peso y tasa de bocado, y/o el tiempo de pastoreo. Este escenario también podrían darse en situaciones de alta cantidad de forraje, pero de baja disponibilidad efectiva o accesibilidad (Cangiano, 1996).

La producción de forraje, su utilización, y la conversión de este forraje en producto animal son procesos que se ven afectados por la intensidad de pastoreo, la cual resulta del balance entre número de animales y biomasa presente. Mott (1960) definió esta intensidad como presión de pastoreo, a diferencia de la carga, que es el número de animales por hectárea sin tener en cuenta el forraje disponible.

La carga animal se considera como la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y de la persistencia productiva de la pastura sembrada (Mott, citado por Langer, 1981).

En conclusión, la productividad de un sistema pastoril es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje cosechado es transformado en producto animal (Beretta et al., citados por Molinelli et al., 2014).

## 2.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.3.1 Aspectos generales de la producción animal

La asignación a la pastura de un número adecuado de animales es el factor principal o de mayor peso relativo en la producción animal (Wheeler, 1962) por sus efectos directos y la interacción que generalmente se observa con otras estrategias de manejo (fertilización, conservación de forraje, genotipo animal y época de parición) (Escuder, 1996). A nivel predial, el efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo, la cual es posible de ser manejada a través del balance entre la tasa de crecimiento, muerte y consumo de forraje por parte del animal.

Pastoreo a altas cargas, al tener un efecto negativo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas, puede causar reducciones en la tasa de crecimiento de las pasturas. En contraposición, intensidades bajas de pastoreo, permiten una mayor acumulación de restos secos que también inciden en forma negativa sobre la tasa de crecimiento de las pasturas (Lemaire y Chapman, citados por Chilbroste et al., 2005).

En pastoreos aliviados, con baja carga, el desempeño individual de los animales será mayor. Al ir aumentando las cargas, las ganancias de peso individuales se verán disminuidas de forma continuada (Mott, 1960). Esto se debe a que la menor disponibilidad de forraje por animal pasa a ser una limitante del consumo, a la vez que aumenta los costos energéticos de la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. Con aumentos de la carga, la producción de carne por hectárea será mayor dentro de cierto rango, ya que los incrementos de producción por parte de la carga son relativamente



mayores a los que se pueden ganar con menor carga y con ganancias individuales máximas.

Es por ello que la carga óptima es la que maximiza la cosecha de energía y la eficiencia de conversión de forraje producido por una determinada pastura, en forma sostenible y sustentable a lo largo del tiempo (Escuder, 1996).

Cuanto mayor es el consumo, mayor es también la eficiencia de conversión del forraje ingerido (Escuder, 1996). En sistemas pastoriles, el consumo adquiere mayor relevancia que la digestibilidad de la materia seca para hacer máxima la producción animal en rumiantes. Crampton et al., citados por Waldo (1986), calcularon una contribución relativa de un 70 % del consumo y un 30 % de la digestibilidad, tomando en cuenta tanto gramíneas como leguminosas. Escuder (1996) opina que así como es deseable que la eficiencia de cosecha se alta ya que aumenta la productividad, debe tenerse cuidado de que ello no implique un consumo individual tan bajo que golpee las ganancias por animal.

### 2.3.2 Relación entre el consumo, la disponibilidad y la altura

Varios autores coinciden en la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo (Chacon et al., Jamieson y Hodgson, Dougherty et al., Greenhalgh et al., citados por Agustoni et al., 2008). Tanto la altura como la densidad actúan afectando la facilidad de cosecha por parte del animal, por lo tanto inciden de manera directa sobre el peso de bocado y el consumo diario (Poppi et al., citados por Cangiano, 1996).

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje tiene como resultado una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. Se puede distinguir una parte ascendente, en la cual la característica limitante del consumo es la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales). Dicho comportamiento ingestivo incluye: tiempo de pastoreo (minutos por día), tasa de bocados (bocados por minuto) y peso de bocado (gramos), y está

afectado por la selección del animal y la estructura de la pastura. La otra parte de la curva tiene forma asintótica, los factores que pasan a determinar el consumo son nutricionales, como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rumen y la concentración de productos metabólicos, asumiendo la oferta de forraje como no limitante (Poppi et al., citados por Cangiano, 1996).

Según Nabinger (1996), la calidad de lo consumido va a depender de la oportunidad del animal de seleccionar las plantas y las partes de estas con mayor valor nutritivo. Esta oportunidad de seleccionar es, a su vez, función de la cantidad total de biomasa aérea verde disponible para cada animal.

El peso de bocado es la variable que incide mayormente en el comportamiento ingestivo sobre el consumo, mientras que la altura de la pastura parece ser la característica que tiene mayor incidencia sobre el peso de bocado. Este último es altamente sensible a la variación en la altura del forraje y ante un descenso de la altura de la pastura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a aumentar hasta un cierto valor en el cual la compensación no alcanza y se produce un desplome de la tasa de consumo y el consumo diario (Hodgson, citado por Cangiano, 1996).

Laca et al., citados por Cangiano (1996), observaron en novillos, que el peso de bocado se encuentra afectado tanto por la altura como por la densidad de la pastura. A igual cantidad de biomasa, los animales cosechan mayores pesos de bocado en pasturas altas y ralas en comparación con pasturas bajas y densas.

En pasturas en etapas vegetativo o reproductivas tempranas, el tamaño de bocado tiende a aumentar conjuntamente con la altura (Arias, Forbes, citados por Molinelli et al., 2014) siendo este componente el principal del comportamiento ingestivo en pastoreo que influye sobre el consumo (Mursan et al., citados por Molinelli et al., 2014).

### 2.3.3 Relación entre la oferta de forraje y el consumo

El consumo de forraje por parte de los animales en pastoreo está determinado por factores relacionados con el animal, el manejo y el ambiente y la pastura. Respecto a la pastura, se pueden citar la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad de forraje y madurez del mismo (Cangiano, 1996).

Cuando la oferta de forraje va disminuyendo, paralelamente se produce un declive en el consumo a causa de un incremento creciente en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979).

La producción por animal y por hectárea está determinada principalmente por las variaciones en la disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas, siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes (Allegri, 1982).

En cuanto a la selección de forraje, en general, los animales prefieren las hojas frente a los tallos, y también los materiales verdes y jóvenes frente a los maduros o muertos. Frente a un exceso de forraje y una alta heterogeneidad de la pastura, los animales seleccionan su dieta. A medida que las partes preferidas disminuyen, la selección puede empezar a afectar la tasa de consumo y el consumo diario. Cuando el forraje es más homogéneo en calidad, el animal selecciona por una mayor cantidad de forraje, maximizando la tasa de consumo (Distel et al., citados por Cangiano, 1996).

Con altas asignaciones de forraje, los animales seleccionan dietas con una mayor digestibilidad in vitro de la materia seca, una mayor proporción de proteína cruda y con menores niveles de fibra detergente neutro en relación a situaciones de bajas oferta forrajera (Wales et al., 1998).

En contextos donde el forraje es de alta calidad, al aumentar la presión de pastoreo se logra mayor eficiencia de cosecha aunque fuerza a los animales a consumir una mayor proporción de tallos. Frasinelli, citado por Escuder

(1996), observó que a medida que la oferta de forraje disminuía y, principalmente, frente a un menor contenido de hojas, los animales respondieron incrementando el tiempo en pastoreo y la tasa de bocados, pero con bocados más livianos y menor consumo total. Chacon y Stobbs, Hodgson, citados por Escuder (1996) hallaron una respuesta similar con otras especies, por lo que se asume que este comportamiento es admitido en cualquier tipo de pastura.

Los animales que entran primero a las pasturas (punta) muestran mayores ganancias individuales, ya que la selectividad que pueden realizar en esa situación es máxima. Para lograr una correcta utilización de forraje y asegurar un buen rebrote, se debe continuar pastoreando con otro lote de animales, con menores exigencias nutricionales (cola). Con pastoreo continuo, pueden obtenerse al inicio, ganancias individuales parecidas, ya que la selectividad será alta también en esa situación. Pero a medida que pasa el tiempo, hay zonas de la pastura que serán subpastoreadas, en las cuales comienza a disminuir la calidad por el envejecimiento, reduciéndose el área de pastoreo y el consumo de los animales. El pastoreo rotativo, permite tener más controlada la defoliación, posibilitando un mayor crecimiento de la pastura y mayores oportunidades de selección en la estación de pastoreo (Blaser, citado por Escuder, 1996).

Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), asegura que la tasa de consumo de materia seca aumenta hasta asignaciones de forraje de 10 kg MS/100 kg PV aproximadamente, mientras que aumentos por encima de esta oferta no son acompañados por incrementos en la tasa de consumo.

Se obtuvieron valores de ganancias diarias cercanos a 1,8 kg/animal/día (kg/a/d), trabajando con ofertas de forraje de 9,5 % del peso vivo. La producción de peso vivo para este caso fue de 430 kg/ha. En cambio, para ofertas menores (6 % del peso vivo), los novillos obtuvieron ganancias del orden de 1,5 kg/a/d, pero siendo mayor la producción por hectárea a la expresada anteriormente (Agustoni et al., 2008).

Abud et al. (2011) reportaron para una pastura compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, durante el período estivo-otoñal, al final de su primer año, producciones de 187,5 kg/ha de peso vivo, y 1,26 kg/a/d, cuando el manejo fue con novillos Holando, con una asignación de forraje de 10,5% del PV. En tanto Bianchi et al., citados por Molinelli et al. (2014), para el mismo período y mezcla, obtuvieron 178 kg/ha de peso vivo, y 0,80 kg/a/d, a una asignación de forraje de 2,4% del PV.

Durante el período otoño - invierno - primaveral, sobre una pradera mezcla de segundo año se obtuvieron ganancias medias diarias de 1,0 kg/a/d, con asignaciones de forraje de 5,5% y con producciones de carne en el orden de los 547 kg/ha de peso vivo sobre una mezcla de dactylis y alfalfa, mientras que para una mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, se obtuvieron ganancias medias diarias de 1,2 kg/a/día, con una asignación de forraje de 6,8% y una producción de 685 kg de carne por hectárea para todo el período (Arenas et al., 2011).

Novillos Hereford de 350 kg pastorearon una pradera de primer año de trébol blanco, lotus y falaris en el período setiembre – diciembre, con ofertas de forraje de 2,5 y 8,5% obtuvieron 0,6 y 1,1 kg/a/d y 310 y 160 kg/ha de peso vivo respectivamente (Vaz Martinz et al., 2003).

Se reportaron para novillos pastoreando con una oferta de forraje de 1,8% del peso vivo en una pradera mezcla de gramíneas y leguminosas en el período otoño - invierno, ganancias de 0,8; 0,6; 0,2 y 0,2 kg/a/d según los días que permanecen en cada franja (1,4, 7 y 14) respectivamente (Fernández, citado por Foglino y Fernández, 2009).

Foglino y Fernández (2009), trabajaron con novillos Holando en una pradera perenne de primer año, y obtuvieron ganancias del orden de 2,1 kg/a/d, cuando pastoreaban con una oferta de forraje del 5,6% del peso vivo. La producción de carne en este trabajo fue de 410 kg/ha. Albano et al. (2013) obtuvieron producciones entorno a los 350 kg/ha de PV y 400 kg/ha de PV ensayando en mezclas de primer año de dactylis y alfalfa y festuca, trébol

blanco y lotus, respectivamente. En el mismo tipo de mezclas, también en su año de siembra, López et al. (2012) reportaron producciones de carne con valores comprendidos entre los 450 y 550 kg/ha, promediando distintas fechas de siembra. Utilizando cargas de 5 animales/ha, Fariña y Saravia (2010) registraron producciones de 545 kg/ha de PV sobre una mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y agropyron de primer año, al tiempo que en otra mezcla de festuca, trébol blanco y agropyron obtuvieron valores de 590 kg/ha de PV. Estas altas ganancias medias diarias fueron posibles gracias a la alta eficiencia de conversión, característica de la raza Holando, y una oferta de forraje apropiada.

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

##### 3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay); en el potrero 32A (Latitud 32° 22'38,63" S y Longitud 58° 03'23,83" O) durante el período invierno-primaveral comprendido entre setiembre y noviembre del año 2013, sobre tres mezclas forrajeras en su primer año de vida.

##### 3.1.2 Información meteorológica

Según Durán (1985), el Uruguay presenta un clima templado a subtropical con un promedio de precipitaciones de 1200 mm anuales, con distribución isohigro de 30% en verano, 28% en otoño, 18% en invierno y el 24% restante en primavera.

Las temperaturas medias en el Uruguay oscilan entre 16°C para el sureste y 19°C para el norte. Mientras que para enero, el mes más cálido, las temperaturas oscilan entre 22°C y 27°C y para el mes más frío del año, julio, las temperaturas varían desde 11°C a 14°C respectivamente para cada región (Berreta, 2003)

##### 3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976), el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos. En asociación con estos

se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca.

#### 3.1.4 Antecedentes del área experimental

El pastoreo fue realizado sobre mezclas forrajeras de primer año, habiéndose sembrado sobre un campo bruto.

La fecha de siembra fue el 1 de junio de 2013. La densidad de siembra fue a razón de 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná; 20 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Ceres Tiphon, 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapicán, 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel; 20 kg/ha *Lolium perenne* cv Base y 5 kg/ha *Trifolium pratense* cv. Estanzuela 116. Se fertilizó con 100 kg de NPK 7-40-0 a la siembra, 70 kg/ha de urea a principios de agosto y 70 kg/ha de urea a mediados de septiembre. Conjuntamente con esta última fertilización se realizó una aplicación de 400 cc/ha de flumetsulam.

#### 3.1.5 Tratamientos

El experimento consistió en evaluar la ganancia de peso vivo sobre tres tratamientos distintos. Los mismos están compuestos por las siguientes mezclas, con igual carga de animales:

- 1) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (F+TB+LC)
- 2) *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* (A+D)
- 3) *Trifolium pratense* y *Lolium perenne* (TR+RG)

Las praderas fueron pastoreadas rotacionalmente con 3 grupos de 7 novillos de aproximadamente 12 meses de edad, de la raza Holando, con un peso individual promedio inicial de 144 kg, asignados al azar en los tratamientos. La dotación de los tratamientos fue de 5,3 novillos/ha (3,4 UG/ha), con pastoreos rotativos, realizando el cambio de franja cuando alguno de los tratamientos alcanzara una intensidad de entre 5 y 7 cm.



Cada bloque fue pastoreado dos veces. La fecha de inicio del primer pastoreo fue el 3 de setiembre de 2013 y se extendió hasta el 15 de setiembre, donde se realizó cambio de bloque. Los terneros permanecieron en el segundo bloque hasta el día 29 de setiembre para pasar a pastorear el tercer bloque, ocupación que persistió hasta el 11 de octubre. En esta fecha comenzó la segunda ronda de pastoreos, reingresando al primer bloque. El día 24 de octubre los terneros son ubicados en el segundo bloque donde pastorean hasta el 5 de noviembre. Desde esta última fecha hasta el 17 de noviembre pastorean el último bloque y finalizan el segundo pastoreo.

### 3.1.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El experimento se dividió en tres bloques correspondiendo a un alto, una ladera y un bajo, lo que permitió eliminar el efecto ambiental relacionado con la topografía. A su vez, cada bloque se dividió en tres franjas, conteniendo cada una un tratamiento de los tres expuestos con anterioridad, asignados en un proceso completamente aleatorio dentro de cada bloque. El área experimental abarcó 3,99 hectáreas en total, por lo que cada bloque englobó 1,33 ha y cada tratamiento fue ensayado sobre una superficie de 0,44 hectáreas.

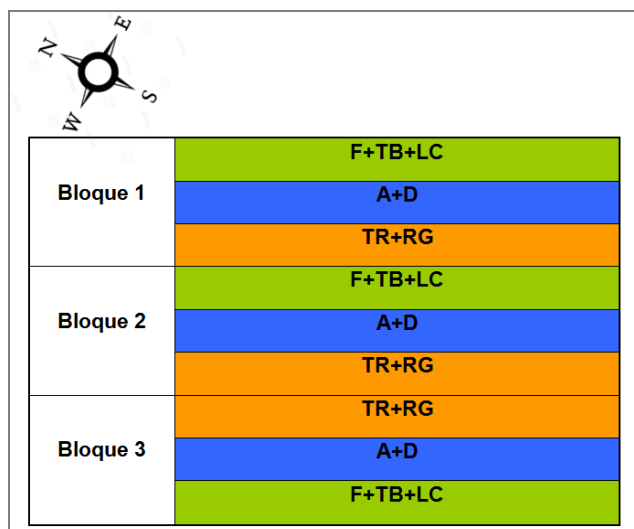


Figura No. 1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental

## 3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología se basó en la medición de la composición botánica, la disponibilidad y remanente de materia seca, y producción de carne, medida como ganancia individual y como producción de kg de PV/ha de los animales en pastoreo, en el período estudiado.

### 3.2.1 Mediciones de las principales variables

En los siguientes párrafos se describe cómo se procedió para medir las distintas variables involucradas en este trabajo de investigación.

#### 3.2.1.1 Forraje disponible y rechazado

Se le llama forraje disponible a la cantidad de forraje presente en el potrero, previo al ingreso de los animales, expresado como kg/ha de MS. El forraje remanente es el forraje presente luego de ser retirados los animales de la parcela.

Se utilizó el método de doble muestreo propuesto por Cayley y Bird (1991) para realizar la medición de estas variables. Así fue que se establecieron una escala de apreciación visual de 5 puntos para medir el forraje al momento del ingreso de los animales, y una escala de 3 puntos para determinar el forraje no consumido o rechazado. Para cada punto de estas escalas se tomaron tres muestras, cortando el forraje al ras del suelo, dejando 1 cm de altura remanente, con una tijera de aro dentro de cuadros de 50 cm de largo por 20 cm de anchura, midiéndose previamente la altura de cada punto para relacionar esta variable con la cantidad de forraje. Entonces, fueron 15 las muestras obtenidas para la escala de forraje disponible y 9 para la escala de forraje remanente. Cada muestra se pesó en fresco y pasó a estufa a 60° durante 48 horas para luego determinar el peso seco de las mismas. La información obtenida de peso seco fue extrapolada para calcular la cantidad de forraje presente en kg/ha de MS.

Mediante el ajuste de una ecuación de regresión entre la altura del forraje en cm y los kg/ha de MS, y otra ecuación de regresión entre cada punto de la escala y los kg/ha de MS, se procedió a analizar qué método estaba mayormente correlacionado con la cantidad de forraje. Los valores de disponibilidad y remanente surgen de sustituir el valor promedio de la variable dentro de la funciones obtenidas. Por último, se decidió utilizar la ecuación de altura con kg/ha de MS, ya sea para disponible como para remanente, porque fue la que mostró un mayor coeficiente de determinación ( $R^2$ ).

#### 3.2.1.2 Altura del forraje disponible y remanente

Las mediciones fueron tomadas al azar con una regla dentro del rectángulo previamente mencionado. Como criterio para determinar la altura de la pastura se tomó el punto de contacto del ápice de la hoja más alta con la regla. Esta medida se repetía cuarenta veces por parcela en cada instancia de medición, para luego calcular el promedio y determinar la altura final.

#### 3.2.1.3 Materia seca desaparecida

Es la cantidad de materia seca que desaparece durante el período de pastoreo. Se calcula por la diferencia entre el forraje disponible y el remanente.

#### 3.2.1.4 Porcentaje de utilización

El porcentaje de utilización indica la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la que había disponible al iniciar el pastoreo. Fue calculado mediante la relación entre la materia seca desaparecida y el forraje disponible al momento de ingreso a la parcela.

#### 3.2.1.5 Peso de los animales

El peso de los animales fue obtenido mediante una balanza electrónica. Las mediciones fueron realizadas temprano en la mañana con previo ayuno y restricción de agua. Las respectivas pesadas fueron realizadas los días 26/08/2013, 09/10/2013 y 17/11/2013.

### 3.2.1.6 Ganancia de peso media diaria

La ganancia de peso media diaria individual (kg/animal/día) de los animales, se calculó relacionando la ganancia total en el período de pastoreo (peso vivo final menos peso vivo inicial), con el número de días incluidos en éste.

### 3.2.1.7 Oferta de forraje

La oferta de forraje se calculó en función de los kilos de materia seca disponible por día cada 100 kg de peso vivo animal.

### 3.2.1.8 Producción de peso vivo

El cálculo de los kilos de peso vivo producidos por hectárea (expresado como kg de PV), se realizó dividiendo la ganancia total (peso vivo final menos peso vivo inicial) sobre la superficie (ha) ocupada por cada tratamiento, por lo que se obtuvo la producción de peso vivo por hectárea para cada uno de éstos.

## 3.3 HIPÓTESIS

### 3.3.1 Hipótesis biológica

- Los diferentes tipos de mezcla presentan igual disponibilidad de forraje y ganancia de peso vivo
- Existe al menos un tipo de mezcla superior al resto en disponibilidad de forraje y ganancia de peso vivo

### 3.3.2 Hipótesis estadística

Ho:  $T1 = T2 = T3 = 0$

Ha: Existe algún efecto de un tratamiento distinto de cero

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizó la varianza entre los tres tratamientos mediante el software para análisis estadístico INFOSTAT. Las diferencias entre tratamientos, en caso de existir, fueron confrontadas en base al análisis comparativo de medias de LSD Fisher con una probabilidad del 10%.

#### 3.4.1 Modelo estadístico

El modelo corresponde a un diseño en bloques completamente al azar (DBCA).

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

Siendo:

- $Y$  = corresponde a la variable de interés
- $\mu$  = es la media general
- $t_i$  = es el efecto de la  $i$ -ésima mezcla
- $\beta_j$  = es el efecto del  $j$ -ésimo bloque
- $\xi_{ij}$  = es el error experimental

El modelo presenta los siguientes supuestos:

- El modelo es correcto y aditivo
- Los errores experimentales son variables aleatorias, con distribución normal, media cero, varianza poblacional y son independientes

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

En el período experimental no se registraron limitantes térmicas para el buen desempeño de las especies sembradas, ya que las temperaturas se mantuvieron en términos promedio dentro del rango óptimo para el crecimiento y desarrollo de las mismas. Mientras que por otro lado, las precipitaciones pueden haber limitado el buen crecimiento y desarrollo de las pasturas, ya que en algunos meses del experimento las mismas no alcanzaron el nivel histórico.<sup>1</sup>

### 4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

#### 4.2.1 Forraje disponible

A continuación se presentan las cantidades de forraje disponible promedio para cada tratamiento, expresados en kg/ha de MS y en centímetros.

Cuadro No. 1. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS, para cada tratamiento

<b>Tratamiento</b>	<b>Disponible (kg/ha de MS)</b>
<b>TR+RG</b>	2001 A
<b>F+TB+LC</b>	1946 AB
<b>A+D</b>	1872 B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

Observando los datos del cuadro, se concluye que TR+RG presentó mayor disponibilidad de forraje que A+D, sin mostrar diferencias significativas con F+TB+LC. Tampoco se hallaron diferencias estadísticas entre la disponibilidad de forraje de F+TB+LC y la de A+D.

<sup>1</sup> Maciel, P. H.; Tucci, A. L. s. f. Evaluación de la producción de forraje de tres mezclas de primer año. 98 p. (sin publicar).

Si bien entre los distintos tratamientos no existen grandes diferencias en términos absolutos entre el forraje disponible, el tratamiento TR+RG presenta un disponible de kg/ha de MS en promedio numéricamente superior al resto de los tratamientos, y en particular, estadísticamente superior al tratamiendo A+D. Considerando que el consumo animal se realizó siempre dejando un remanente similar en los tratamientos, y que el consumo no fue restringido en ningún momento, estas diferencias deberían estar explicadas por las diferencias en precocidad y las tasas de crecimiento y vigor inicial a favor de *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*, ya que, dentro de las leguminosas, las semillas de los tréboles absorben mayor cantidad de agua y en forma más rápida durante la germinación (Langer, 1981) y dentro de las gramíneas perennes el raigrás se presenta como la especie con mayor velocidad de desdoblamiento del almidón del endosperma (Brock et al., citados por Moliterno, 2000).

A su vez, considerando los componentes de las distintas mezclas, el hecho de que A+D presente sólo al dactylis como especie de producción invernal, en contraste con los otros dos tratamientos que presentan dos especies de ciclo invernal cada uno, podría estar explicando el menor aporte invernal de esta mezcla y en consecuencia menor disponibilidad promedio en todo el período. Cabe destacar que la fecha de siembra de junio de este experimento se considera tardía (Brito del Pino et al., citados por López et al., 2012) afectando principalmente al dactylis, el cual muestra peor desempeño en siembras tarde (Gomes de Freitas y Klassen, 2011). Complementariamente, Carámbula (2007b) asegura que en fechas de siembra no adecuadas, especies como alfalfa y lotus serían las más perjudicadas, mientras que festuca, trébol blanco y trébol rojo no se verían tan afectadas, proponiendo al raigrás como el más estable. Esto sucede a causa de que la siembra de especies estivales en meses de invierno, coloca a las plántulas en situaciones de mayor sensibilidad a daños por frío, aumentando también el riesgo de sufrir períodos de anegamiento que pueden ser letales en estados juveniles. Además, con el frío, los procesos de crecimiento se enlentecen, reduciéndose particularmente la velocidad de formación de nódulos.

Comparando estos resultados con los datos de disponibilidad obtenidos por Albano et al. (2013) de 2.726 kg/ha MS para festuca, trébol blanco y lotus se pueden considerar significativamente inferiores. Sin embargo, tomando como referencia a López et al. (2012), quienes reportaron valores de 1.988 kg/ha MS para la misma mezcla, no existieron diferencias significativas. Para el tratamiento de alfalfa y dactylis, los datos que se presentan en el cuadro si bien son superiores a los obtenidos por Albano et al. (2013) de 1.681 kg/ha MS, son significativamente inferiores a los que obtuvieron López et al. (2012) de 2.088 kg/ha MS. Los resultados obtenidos en el experimento superan a los registrados por Agustoni et al. (2008) donde, con asignaciones de forraje de 4,5%, se alcanzaron disponibilidades cercanas a los 1.465 kg/ha de MS, y también superan pero en menor medida a las obtenidas por Foglino y Fernández (2009), de 1.700 kg/ha de MS. Estos últimos dos trabajos corresponden a mezclas de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

Cuadro No. 2. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento, en centímetros

<b>Tratamiento</b>	<b>Altura disponible (cm)</b>
<b>TR+RG</b>	18,3 A
<b>F+TB+LC</b>	16,3 B
<b>A+D</b>	15,0 C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

Con respecto a la altura del forraje disponible, en el cuadro No. 2 se pueden apreciar diferencias significativas entre los tres tratamientos, la cual sigue la misma tendencia que la biomasa disponible. Estos resultados coinciden con Hodgson (1990), la altura del forraje está relacionada con la cantidad de materia seca disponible, lo cual concuerda con los datos que muestran diferencias significativas a favor de los tratamientos TR+RG y F+TB+LC. Si se presta atención a las alturas de ingreso del pastoreo se observa que en los tratamientos TR+RG y F+TB+LC concuerdan con las recomendadas por Zanoniani et al. (2006), que consideran una altura apropiada para el ingreso en



este tipo de mezclas de entre 15 a 20 cm. No así para el caso del tratamiento A+D, ya que para esta mezcla la altura de ingreso recomendada se ubica entorno a los 20 cm. En el caso del cultivo de alfalfa puro la altura recomendada para el ingreso de los animales es de 35 cm, mientras que para dactylis puro ésta sería de 15 cm. En las condiciones de nuestro país la alfalfa no alcanza estas alturas durante el período invernal, por lo cual, para el ingreso del pastoreo, se toma como referencia la cantidad de yemas activas. De todos modos una altura promedio de 15 cm para el ingreso sobre esta mezcla puede generar un menor nivel de reservas de la alfalfa perjudicando el rebrote con consecuentes disminuciones en el forraje disponible (Rebuffo, 2000).

Si se comparan los resultados obtenidos en el presente trabajo con los logrados por Fariña y Saravia (2010), los cuales fueron de 15,6 cm y 16,4 cm para las mezclas de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y alfalfa y dactylis respectivamente, se puede observar que no difieren en gran medida. López et al. (2012) reportaron valores de 12,9 cm para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y 18,4 cm para alfalfa y dactylis. Albano et al. (2013) obtuvieron valores de 15 cm para la mezcla con festuca y 10 cm para la mezcla con dactylis.

#### 4.2.2 Forraje remanente

En esta instancia se presenta un análisis similar al realizado anteriormente pero para el forraje remanente, también expresado en kg/ha MS y en altura en centímetros.

Cuadro No. 3. Forraje remanente promedio en kg/ha de MS para cada tratamiento

<b>Tratamiento</b>	<b>Remanente (kg/ha de MS)</b>
<b>F+TB+LC</b>	842 A
<b>TR+RG</b>	812 A
<b>A+D</b>	791 A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

No se observaron diferencias estadísticas para el remanente en kg/ha de MS de los distintos tratamientos. Aún así, en términos absolutos el tratamiento A+D es el que presenta menor cantidad de forraje remanente, lo cual sería resultado de que también fue el tratamiento que presentó menor disponibilidad, en un experimento donde se mantuvieron las cargas relativamente constantes al igual que el número de días en pastoreo en cada bloque.

Fariña y Saravia (2010), reportaron forraje remanente de 826 y 731 kg/ha de MS en mezclas de *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* respectivamente. Agustoni et al. (2008) obtuvieron remanentes de 763 kg/ha de MS para una asignación de forraje de 4,5 %, situación similar a la del presente experimento. Foglino y Fernández (2009), reportan valores aproximadamente de 600 kg/ha de MS para una pradera conformada por dos gramíneas perennes y dos leguminosas, estos datos son inferiores a los presentados en el actual trabajo. Por otra parte, Albano et al. (2013) registran valores de remanente de 1.353 kg/ha de MS para una mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y remanentes de 791 kg/ha de MS para una mezcla de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*, ambas de primer año.

En el caso del experimento en cuestión, el hecho de que no se observen diferencias entre los remanentes es consecuencia directa de que las distintas mezclas se manejaron siempre con altas cargas - 1.057, 944 y 868 kg/ha de peso vivo promedio en F+TB+LC, A+D y TR+RG, respectivamente- y por sobre todo, como ya fue dicho, el criterio utilizado para el cambio de bloque fue que el forraje alcance alturas de entre 5 y 7 cm en cualquiera de los tres tratamientos.

Cuadro No. 4. Altura promedio del forraje remanente por tratamiento, en centímetros

<b>Tratamiento</b>	<b>Altura remanente(cm)</b>
<b>TR+RG</b>	7,7 A
<b>F+TB+LC</b>	7,0 AB
<b>A+D</b>	6,3 B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

Observando las alturas del forraje remanente se puede afirmar que para todos los tratamientos se cumplió con las recomendaciones de manejo. Las alturas logradas al momento de salida estarían favoreciendo la posterior persistencia de la pastura (Arenares et al., 2011). Según Zanoniani et al. (2006), la altura promedio de pastoreo para especies postradas es de hasta 2,5 cm, mientras que para especies de hábito erecto las intensidades oscilan entre 5 y 7,5 cm. Esto coincide con lo expuesto por Carámbula (2007b), quien afirma que 5 cm de remanente y períodos de recuperación adecuado favorecen la máxima utilización de la luz incidente por parte de las plantas, cubren la superficie del suelo de forma densa y vigorosa, y reducen el secado del viento y las heladas, favoreciendo la persistencia de la pastura.

#### 4.2.3 Evolución de la materia seca presente pre y post pastoreo

Los novillos entraron en pastoreo a partir del día 3 de setiembre y el criterio de rotación utilizado determinó que el cambio de franja se realizara, en promedio, cada 13 días. La tendencia general de los tres tratamientos fue que, cuando avanzaron los meses primaverales, la producción de forraje se vio acelerada, lo cual era esperable dado el pasaje a la etapa reproductiva de las especies sembradas sumado a un incremento en las temperaturas y mejora en las condiciones hídricas entrado el mes de noviembre. Escuder, citado por De Souza y Presno (2013), afirma que los incrementos en intensidad de radiación en la primavera coinciden con la elongación de los tallos de las especies de ciclo invernal, por lo que el IAF se torna mayor a un mismo porcentaje de intercepción de luz. Caso contrario a lo que sucede en otoño, donde las hojas

del estrato inferior permanecen fotosintetizando activamente, manteniendo niveles de intercepción del 95%.

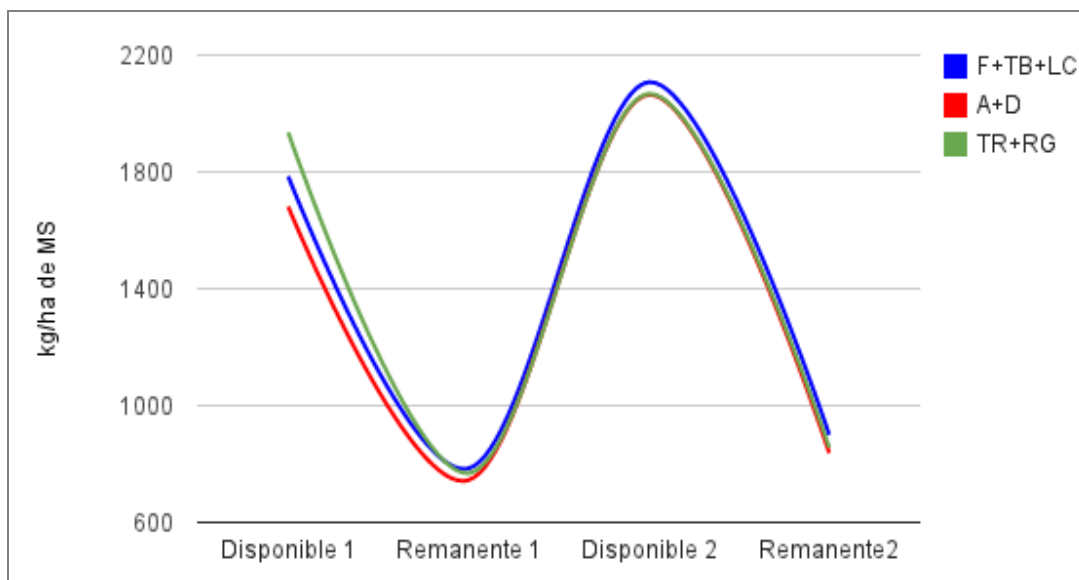


Figura No. 2. Evolución de la materia seca para los distintos tratamientos

La figura No. 2 deja en evidencia que las diferencias estadísticas entre la materia seca disponible de los tratamientos está básicamente explicada por los contrastes entre los crecimientos en el período invernal de las distintas mezclas, sea tanto por el número de especies invernales que las componen como por el comportamiento diferencial morfo-fisiológico de dichas especies, como ya fue expuesto en párrafos anteriores. En la mezcla compuesta por *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*, ambas especies son invernales y poseen buen vigor inicial, en contraposición con *Trifolium repens*, el cual presenta bajo vigor inicial, y *Festuca arundinacea*, especie de lenta implantación. Para el caso de *Medicago sativa*, ésta es de ciclo estival, por lo tanto su producción se verá incrementada a partir de fines de primavera, al tiempo que *Dactylis glomerata*, por más que presente buen establecimiento, es el único componente invernal de la mezcla.

Otro factor en juego es el hecho de que el presente experimento haya sido sembrado en fechas tardías de junio debido al exceso de precipitaciones

acumuladas en los meses de marzo, abril y mayo. Este factor podría estar implicando un corrimiento de la oferta de forraje hacia los meses primaverales, donde las tasas de crecimiento en promedio se hacen muy similares gracias a las buenas condiciones climáticas de temperatura y precipitaciones dadas en esta estación, resultando en disponibles semejantes.<sup>1</sup>

Las altas recuperaciones post pastoreo se explican, entre otros factores, por el correcto manejo del pastoreo en referencia a los momentos de salida e ingreso a las franjas, lo que permitió lograr adecuadas superficies foliares remanentes, factor de mucha importancia para alcanzar un correcto rebrote. En casos donde el área foliar remanente es limitante o de baja calidad, el rebrote pasa a quedar determinado por la cantidad de reservas acumuladas, situación que no ocurrió en este experimento. Langer (1981) afirma que el rebrote post pastoreo depende de la movilización de reservas de las partes remanentes de la planta y del área foliar remanente. La movilización ocurre desde las raíces, el tallo, la vaina foliar y las bases de las hojas. Por ello es muy importante respetar los períodos de descanso de modo de recuperar las reservas utilizadas, para lograr un rebrote más rápido y un rendimiento superior. En el mismo sentido, Carámbula (2010c), asevera que las reservas de carbohidratos son determinantes de la tolerancia a las temperaturas bajas invernales y a las elevadas temperaturas al avanzar la primavera hacia el verano. Por lo que cualquier manejo inicial de pastoreo que origine bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones laxas y frágiles.

En las figuras No. 3 y 4 se expone la evolución de las distintas fracciones, desde el inicio al fin del pastoreo, para cada mezcla.<sup>1</sup>

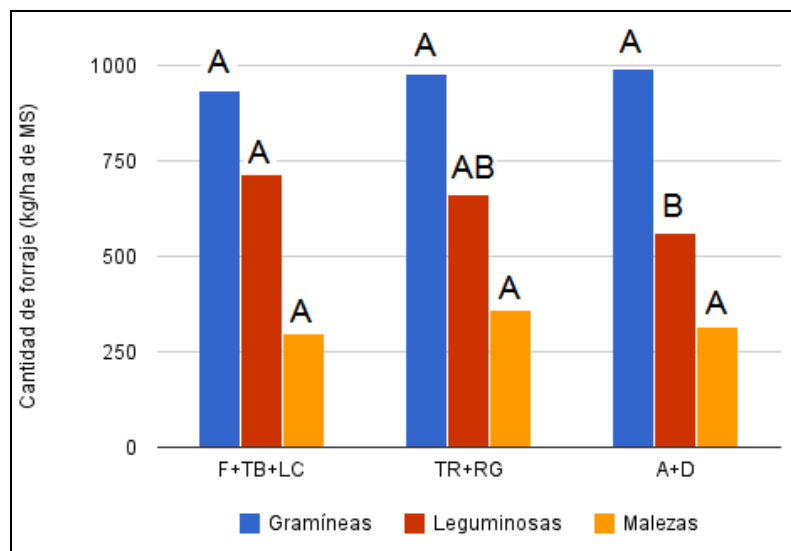


Figura No. 3. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento

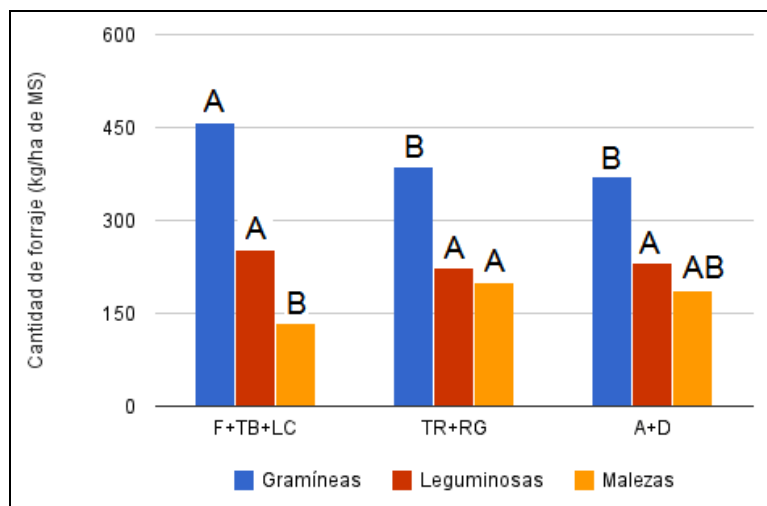


Figura No. 4. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento

En la figura No. 3 se observan marcadas diferencias entre las fracciones leguminosas de las distintas mezclas. Esto se puede explicar debido a que que en el tratamiento A+D el componente leguminosa es alfalfa, que tiene un ciclo de producción más primavero-estivo-otoñal, contribuyendo menos a la materia seca ofrecida en éste período del año, en comparación con las

otras mezclas que poseen leguminosas invernales como el trébol blanco y el trébol rojo. Se observa que el aporte de las leguminosas en general es más bajo que el de las gramíneas, lo cual se podría relacionar a la utilización de fertilización con urea en el período invernal. La figura No. 4 deja en evidencia la selección de la fracción leguminosas frente a las gramíneas por parte de los animales. Dicha selección se encuentra relacionada con la mayor calidad y digestibilidad que presentan las leguminosas, lo que las torna más apetecibles. Contrastando las figuras No. 3 y 4, se detecta un determinado nivel de consumo de las malezas por parte de los animales, demostrando que a pesar de ejercer efecto negativo de competencia con las especies sembradas también son parte de la dieta animal.<sup>1</sup>

#### 4.2.4 Forraje desaparecido

A continuación se presenta un cuadro de forraje desaparecido total por tratamiento y otro de porcentaje de utilización de cada mezcla.

Cuadro No. 5. Forraje desaparecido para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS

<b>Tratamiento</b>	<b>Desaparecido (kg/ha de MS)</b>
<b>TR+RG</b>	2377 A
<b>F+TB+LC</b>	2207 AB
<b>A+D</b>	2162 B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

Cuadro No. 6. Porcentaje de utilización del forraje disponible promedio para cada tratamiento

<b>Tratamiento</b>	<b>Utilización (%)</b>
<b>TR+RG</b>	59 A
<b>A+D</b>	57 A
<b>F+TB+LC</b>	56 A

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

El forraje desaparecido se compone por lo consumido por los animales, las pérdidas por pisoteo, la senescencia de hojas, así como también por la producción y el porcentaje de utilización del forraje. El tratamiento que tuvo mayor cantidad de forraje desaparecido significativamente fue TR+RG. Esta superioridad era esperable, ya que el pastoreo fue manejado en base a un remanente constante y con altas cargas, por lo que el tratamiento que presentó mayor forraje disponible debió también ser el de mayor cantidad de forraje desaparecido.

El porcentaje de utilización hace referencia a un disponible inicial sobre el cual se cuantifica qué proporción de éste fue utilizado. Los porcentajes de utilización presentados en el cuadro son un tanto superiores a los encontrados por Albano et al. (2013), quienes obtuvieron porcentajes del orden del 50% sobre mezclas de festuca, trébol blanco y lotus y otra de alfalfa y dactylis, pero con asignaciones de forraje superiores a las de 5% en promedio logradas en este experimento. Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008) trabajando con asignaciones de forraje cercanas al 5% obtuvieron utilidades del 55% aproximadamente. Para el caso del tratamiento F+TB+LC los resultados son similares a los encontrados por López et al. (2012), quienes reportaron 58% de utilización sobre la misma mezcla en siembra tardía, existiendo diferencias para la mezcla A+D, en la que estos autores obtuvieron datos del 50%. Si bien es conocido que, por lo general, especies de porte más erecto, como alfalfa y dactylis, logran mayores porcentajes de utilización, esto no se pudo reflejar en el experimento debido a que el manejo de la rotación se basó en remanentes iguales. Aún así, López et al. (2012) reportaron niveles mayores de utilización en mezclas de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus que en mezclas de alfalfa y dactylis, lo que se explica a causa de que los animales se encontraron con estructuras de plantas con mayor relación vaina/lámina y plantas de alfalfa con tallos bien lignificados, lo que podría provocar aumentos en la resistencia a la fricción del bocado, limitando el consumo.



#### 4.2.5 Oferta de forraje

La oferta de forraje promedio es consecuencia directa del promedio por hectárea de peso vivo animal – o carga - y de la producción de forraje, medida como disponible, en el período de evaluación. El cuadro No. 7 presenta la información de oferta de forraje para cada una de las mezclas evaluadas.

Cuadro No. 7. Oferta de forraje promedio para cada tratamiento, expresado como kg de materia seca por día cada 100 kg de peso vivo

<b>Tratamiento</b>	<b>OF promedio (kgMS/día/100kgPV)</b>
<b>TR+RG</b>	6,3
<b>A+D</b>	5,4
<b>F+TB+LC</b>	5,0

Según Zanoniani (2014), trabajar entre 4,5 y 7 % de asignación de forraje en otoño, invierno y primavera, permitiría obtener buenas ganancias individuales con baja variación individual y por superficie, asegurando una correcta persistencia de la pastura. En el experimento se lograron asignaciones promedio comprendidas en el rango de lo recomendado. El tratamiento TR+RG muestra las asignaciones de forraje mayores ya que además de ser la mezcla con mejor producción de forraje en el período evaluado, fue en la que se lograron menores ganancias, sosteniendo menor cantidad de kilos por hectárea como se analizará en párrafos posteriores.

Albano et al. (2013) trabajando con mezclas de primer año compuestas por festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y alfalfa y dactylis, reportaron asignaciones de forraje de 8,7 y 5,1 % del peso vivo respectivamente. Por otra parte, López et al. (2012) en experimento sobre mezclas de igual composición que las anteriores, en siembra tardía, obtuvieron asignaciones de forraje de 7,9% para la primera y de 6,7% para la segunda, un tanto superiores a las obtenidas en el presente experimento. En el trabajo realizado por Foglino y Fernández (2009) se exponen datos de oferta de forraje de 5,6% del peso vivo promedio para una pastura de primer año compuesta por trébol blanco, lotus,

raigrás y agropyro, mientras que Fariña y Saravia (2010) denuncian asignaciones cercanas al 5% del peso vivo sobre dos mezclas de primer año, una compuesta por festuca, trébol blanco y agropyro, y otra por raigrás, trébol blanco y agropyro.

### 4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

En los sucesivos párrafos se analiza el desempeño de los animales evaluados sobre los distintos tratamientos mezcla a través de distintas variables tales como ganancias medias diarias y producciones de carne individual y por hectárea.

En el siguiente cuadro se presentan los datos de pesos iniciales, finales, promedio y carga para cada tratamiento.

Cuadro No. 8. Peso inicial, final, promedio y carga (promedio del período) en kg/ha de PV según tratamiento

<b>Tratamiento</b>	<b>PV Inicial (kg)</b>	<b>PV Final (kg)</b>	<b>PV Promedio (kg)</b>	<b>Carga (kg/ha de PV)</b>
<b>F+TB+LC</b>	159	227 A	185 A	1057
<b>A+D</b>	140	221 A	182 A	944
<b>TR+RG</b>	131	211 B	177 B	868

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

Se observa una variación importante entre los PV Inicial de los tres grupos de novillos, lo que puede dejar en evidencia problemas en la crianza de los animales de alguno de dichos grupos. De todos modos, el peso vivo inicial de los animales fue utilizado como covariable en el análisis estadístico para eliminar las diferencias previas entre los mismos. Se pueden observar diferencias significativas en la última pesada entre los tratamientos F+TB+LC y A+D respecto de TR+RG. Al trabajar en todos los tratamientos a igual dotación, las diferencias que se aprecian en las cargas están estrechamente vinculadas a las distintas evoluciones del peso vivo entre los tratamientos, relacionadas a

variaciones entre las ganancias diarias de peso, registradas durante el período en pastoreo, como se analizará más adelante.

Como ya se expuso con anterioridad, el tratamiento de TR+RG fue el que presentó mayor disponibilidad. Adicionalmente, cabe mencionar que TR+RG fue el tratamiento que logró mayor producción de forraje en promedio, con 4.092 kg/ha de MS, seguido por F+TB+LC con 3.961 kg/ha de MS, mientras que en último lugar se colocó A+D con 3.883 kg/ha de MS. Los resultados expuestos en el cuadro No. 8 llaman la atención, ya que se puede ver como la mezcla TR+RG es la que presenta los menores niveles estadísticos de peso vivo final, por más que numéricamente no difiera tanto con las otras mezclas. Estos menores niveles se encuentran afectando en relación directa a la carga, siendo ésta la menor entre los tres tratamientos.<sup>1</sup>

#### 4.3.1 Ganancia media diaria por animal (GMD)

A continuación se presentan las ganancias medias diarias para cada tratamiento durante el período experimental. Se asumieron como GMD Invierno a las ganancias diarias logradas en el mes de setiembre, al tiempo que GMD Primavera a las logradas en los meses de octubre y noviembre. En este análisis no se nota el efecto de la ganancia de peso individual ya que es un promedio de cada tratamiento.

Cuadro No. 9. Ganancia media diaria promedio por animal para cada tratamiento, en los diferentes períodos

<b>Tratamiento</b>	<b>GMD Invierno (kg/an/día)</b>	<b>GMD Primavera (kg/an/día)</b>	<b>GMD promedio (kg/an/día)</b>
<b>F+TB+LC</b>	0,77 A	1,26 A	1,01 A
<b>A+D</b>	0,70 A	1,20 A	0,94 A
<b>TR+RG</b>	0,74 A	0,90 B	0,81 B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

Cuando observamos los resultados obtenidos para la ganancia diaria promedio, podemos corroborar que estos datos están de acuerdo a lo propuesto por Zanoniani (2014), quien afirma que remanentes de entre 5 y 7 centímetros y asignaciones de forraje de entre 4,5 y 7% del peso vivo permiten obtener buenas ganancias de aproximadamente 1,0 kg/día por animal. A su vez, distintos autores experimentando con asignaciones de forraje similares a las de este experimento, de entre 5 y 6 % del PV, obtienen resultados similares a los nuestros, como lo describen los siguientes párrafos.

Las ganancias medias diarias promedio en este experimento fueron apenas superiores a las obtenidas por Albano et al. (2013), quienes reportaron ganancias de 0,959 kg/an/día sobre mezclas de festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, y 0,904 kg/an/día para mezclas de dactylis y alfalfa, siempre de primer año. Tampoco difieren de las obtenidas por López et al. (2012), quienes también evaluando praderas mezcla en el año de siembra, observan ganancias medias entorno a 0,950 kg/an/día para las mismas mezclas sembradas tarde. Foglino y Fernández (2009), Fariña y Saravia (2010) obtuvieron ganancias diarias mayores, de 2,0 kg y 2,5 kg respectivamente. Cabe subrayar que estos autores trabajaron con animales con peso individual inicial superior a los 400 kg, al tiempo que el actual experimento se llevó a cabo con animales de 12 meses de edad y con un peso promedio cercano a los 145 kg, por lo que es razonable que se vean estas diferencias entre las ganancias diarias. Aún así, si relacionamos la GMD promedio con el PV Inicial vemos como las ganancias diarias obtenidas en este experimento fueron muy altas, ya que aumentos de peso de entre 0,8 – 1,0 kg/an/día representan una alta proporción de peso en relación al tamaño inicial de los animales.

De Souza y Presno (2013) reportaron ganancias medias en el rango de 1,60 a 1,70 kg/an/día, en el mismo período de estudio que este experimento, pero con pesos iniciales promedio de 350 kg, en praderas de tercer año. Arenares et al. (2011), también sobre praderas de segundo año, obtuvieron ganancias medias diarias promedio entorno a 1,0 kg/an/día, con un peso inicial promedio de 115 kg por animal. Las diferencias con este experimento se explican porque el período experimental en estos dos últimos trabajos abarcó

todo el invierno, por lo cual la calidad de la dieta consumida fue superior, logrando mejores desarrollos animales, permitiendo que al entrar en la primavera presenten un mejor desempeño al ser una categoría más eficiente por mayor deposición de músculo frente a grasa. Además, sobre praderas de segundo año se expresan las mayor producciones y calidad de este tipo de pasturas, explicado entre otras cosas por una buena participación de las leguminosas (Carámbula, 1991).

En el cuadro No. 9 se observa como se obtienen menores ganancias hacia el invierno –sin diferencias entre tratamientos-, cuando los terneros son transferidos desde campo natural a las praderas sembradas. Blanco (1999), expresa que *“cuando ocurren cambios en la alimentación, suele conducir a una disminución del consumo ya que se producen modificaciones en el número y tipo de bacterias y protozoarios en el rumen. Todo cambio en la dieta requiere un período de acostumbramiento del animal y del rumen a esa nueva dieta. Cuando este periodo no se cumple porque los componentes de la dieta se modifican abruptamente, están mal balanceados o son mal suministrados, ocasionan desórdenes en el metabolismo y fermentación. Están ampliamente aceptados períodos de acostumbramiento que varían entre 7 y 14 días para el rumen, existiendo también un período de adaptación a nivel enzimático y hormonal que requiere de otros 4 a 7 días, una vez estabilizado el rumen. Por lo que el período total de acostumbramiento varía entre los 11 y 21 días”*.

En el período primaveral se expresa una diferencia significativa a favor de las ganancias medias diarias logradas sobre los tratamientos F+TB+LC y A+D respecto a la mezcla TR+RG. Creemos que la composición de la mezcla es uno de los factores principales en explicar estas diferencias, ya que trébol rojo y raigrás conforman una pastura que presenta una producción pico temprano en la primavera, acompañada de una pérdida de calidad, resultado del pasaje al estado reproductivo. Es decir, las menores ganancias logradas sobre esta última mezcla se encuentran estrechamente vinculadas a la menor calidad del forraje en este tratamiento, debido a que la encañazón del raigrás sucedió más temprano, aún en condiciones de altas cargas instantáneas. Este desarrollo más prematuro del raigrás es el que puede estar explicando las

mayores disponibilidades del mismo, sobre todo en torno a mediados del mes de setiembre, con la consecuencia de mayores producciones de materia seca por hectárea pero de menor calidad a lo largo del período evaluado. En este sentido, Formoso y Ugarte, citados por Carámbula (2007b), algunas gramíneas demuestran una caída significativa en la digestibilidad a medida que aumentan los rendimientos acumulados.

Respecto a *Lolium perenne*, Mieres (2004) afirma que esta gramínea eleva la calidad de la dieta por presentar altos niveles de digestibilidad y proteína durante la estación invernal, sin embargo nuestro período de evaluación abarcó principalmente meses de primavera por lo que, para este caso, esta afirmación estaría perdiendo valor. En caso de que se permita a las gramíneas perennes completar su ciclo reproductivo, sus abundantes inflorescencias provocarán retardos en los rebrotes y decrementos en el valor nutritivo del forraje ofertado, al presentar valores bajos de digestibilidad y proteína y altos de fibra (Carámbula, 2007b). Esto puede haber ocurrido en mayor medida en el caso del tratamiento TR+RG, ya que al tener una mayor asignación de forraje y una mayor altura de forraje medido al disponible, puede haberse dado la floración de determinada proporción de plantas y con ella las pérdidas de calidad implicadas, lo que de nuevo, estaría explicando parte de la menor producción de peso vivo sobre esta mezcla.

Por otra parte, leguminosas como trébol blanco y lotus presentan una alta capacidad de mantener su valor nutritivo sin variaciones. Las altas ganancias logradas sobre A+D pueden explicarse a que el forraje ofrecido mantiene excelente calidad entrada la primavera ya que el componente alfalfa pasa a jugar el papel principal, mostrándose en estado vegetativo. Carámbula (2010a) afirma que el valor nutritivo de la alfalfa es superior en primavera y principalmente a lo largo del estado vegetativo, lo que acarrea un elevado consumo por parte de los animales.

Si analizamos la oferta de forraje podemos ver como el tratamiento TR+RG fue el que obtuvo mayor valor en esta variable en torno a 6,5 % del PV. En esta misma línea, De Souza y Presno (2013) observaron en mezclas de

festuca, trébol blanco y lotus corniculatus, que aumentos por encima del 6,5 % de OF provocaron una disminución de la producción de kg/ha de PV, ya que mayores ofertas no determinaron mayores ganancias individuales. Según Mott (1960), a partir de cierta carga animal las ganancias individuales dejan de aumentar, pero la producción por hectárea se reduce notoriamente. De todos modos en este experimento se manejaron cargas dentro del rango óptimo.

#### 4.3.2 Producción de peso vivo por animal y por hectárea

A continuación se presentan los datos de ganancia promedio por animal en kg de PV y de producción de kg de PV por hectárea.

Cuadro No. 10. Ganancia promedio por animal en kg de PV y producción en kg/ha de PV para cada tratamiento

<b>Tratamiento</b>	<b>Ganancia PV promedio por animal (kg)</b>	<b>Producción de carne (kg/ha de PV)</b>
<b>F+TB+LC</b>	84 A	439 A
<b>A+D</b>	78 A	410 A
<b>TR+RG</b>	68 B	356 B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

En primer lugar, el cuadro No. 10 merece el comentario de que las producciones de carne por unidad de superficie son muy altas, por más que existan diferencias estadísticas entre algunos de los tratamientos, ya que se mueven en el rango de 350 a 450 kg/ha de PV. Estos valores son superiores a los obtenidos por Albano et al. (2013), quienes reportaron producciones aproximadas de 350 kg/ha de PV y 400 kg/ha de PV trabajando en mezclas de primer año de dactylis y alfalfa y festuca, trébol blanco y lotus, respectivamente. Sobre las mismas mezclas, también en el año de la implantación, López et al. (2012) obtuvieron producciones de carne en el rango de los 450 a 550 kg/ha, promediando distintas fechas de siembra. Fariña y Saravia (2010) registraron producciones de 545 kg/ha de PV sobre una mezcla de primer año de raigrás perenne, trébol blanco y agropyron, mientras que en otra mezcla de festuca,

trébol blanco y agropyron alcanzaron producciones de 590 kg/ha de PV, con cargas de 5 an/ha, similares a las utilizadas en este experimento. Agustoni et al. (2008) trabajando con asignaciones de forraje de 4,5 y 7% lograron producciones de 560 y 480 kg/ha de PV, respectivamente. Por otro lado, Arenares et al. (2011) analizando producciones sobre praderas de segundo año, con dotaciones cercanas a 4 terneros por hectárea, recabaron datos de aproximadamente 550 kg/ha de PV para la mezcla dactylis y alfalfa y de 600 kg/ha de PV para el promedio de la mezcla de festuca, con alta proporción de trébol blanco.

En el cuadro No. 10 las ganancias por animal exponen diferencias a favor de los tratamientos de F+TB+LC y A+D en relación al tratamiento TR+RG. Dichas diferencias se pueden explicar por las distintas tasas de ganancia que presentan las mezclas en función de la calidad que ofrecen, como se analizó con anterioridad. Debemos considerar que trabajamos con una categoría animal con altos requerimientos de proteína para la ganancia de peso vivo, por lo que, aunque la producción de forraje en el tratamiento TR+RG haya sido un tanto mayor, si no cumple con los requerimientos nutricionales por pérdida de calidad, los novillos estarían disminuyendo sus ganancias con la consecuente menor producción de peso vivo. Más allá de estas diferencias, el buen desempeño animal obtenido se tradujo en una alta ganancia por hectárea, resultado de correctas asignaciones de forraje, altas producciones y calidades en términos generales, lo que desembocó en altas eficiencias de conversión de materia seca a kilos de peso vivo producidos.

Las eficiencias de producción del alimento a peso vivo en este experimento fueron de 9 kg de MS, 9 kg de MS y 11 kg de MS para los tratamientos de F+TB+LC, A+D y TR+RG, respectivamente, lo cual son altos valores al referirnos a este tipo de alimento, y están explicados fundamentalmente por el correcto uso de altas cargas, provocando que del forraje desaparecido, la mayor proporción corresponda a lo consumido por el diente animal. Fariña y Saravia (2010) reportaron eficiencias de producción de alimento del entorno de 8 a 10 kg de MS por Kg de PV producido, en mezclas de festuca y raigrás con leguminosas perennes. Arenares et al. (2011) hablan



de eficiencias de producción del rango de 10 a 12 kg de MS para mezclas de festuca, trébol blanco y lotus, y alfalfa y dactylis.

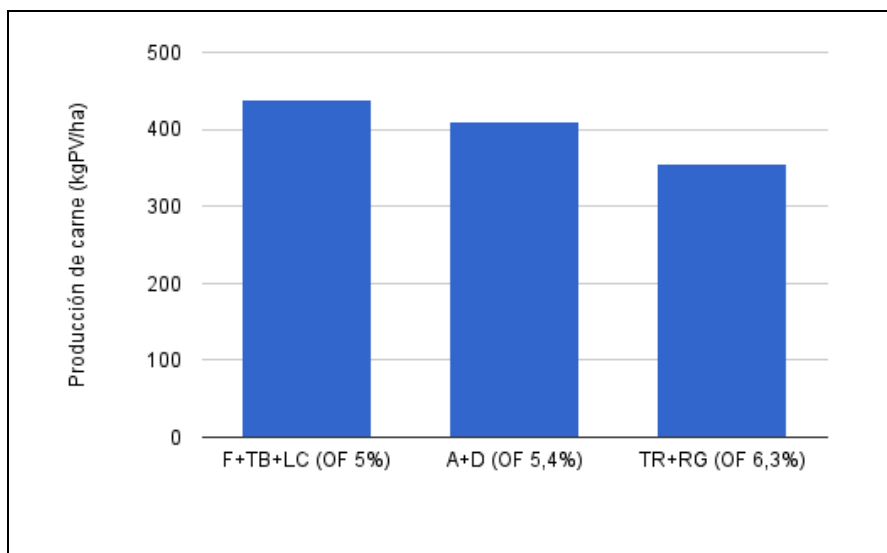


Figura No. 5. Producción de carne (kgPV/ha) en función de la oferta de forraje (kgMS/d/100kgPV)

En la figura No. 5 se observa el comportamiento que mostró la producción de peso vivo por hectárea en relación a las asignaciones de forraje logradas. Idéntico comportamiento estarían logrando las variables de ganancia media diaria y la ganancia promedio por animal, ya que la dotación fue exactamente la misma en los distintos tratamientos. La tendencia en este experimento fue clara: mayores ofertas de forraje se correspondieron con menores producciones de carne por unidad de superficie, incluso dentro del rango de lo recomendado, siendo TR+RG el tratamiento que presentó mayor asignación con 6,3% del PV, seguido por A+D con 5,4% del PV y colocándose en último lugar F+TB+LC con 5,0% del PV. Al ir incrementándose la asignación de forraje tiende a disminuir la calidad de las pasturas, con mayor presencia de restos secos y tallos endurecidos que aumentan las posibilidades de selección por parte de los animales, desembocando en menores ganancias individuales y eventuales menores producciones de la pastura en su vida útil.

Elizalde, citado por Albano et al. (2013) afirma que una baja producción de carne puede ser a causa de una baja calidad o cantidad de forraje consumido debido a un número elevado de animales por hectárea. Pero también puede darse en condiciones de forraje abundante y alta calidad siendo éste pastoreado a una baja carga, o en casos donde el forraje es abundante pero de calidad inferior. La eficiencia de conversión de forraje a carne es máxima cuando el consumo es máximo a nivel individual. Hay casos donde se dan las mayores ganancias individuales, con los mayores consumos per cápita, pero donde se provocan desperdicios importantes de forraje. Por lo tanto, la producción animal es el resultado de la producción de forraje, eficiencia de cosecha, calidad del alimento y eficiencia con que ese alimento es convertido en producto animal. Es así que el consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar el rendimiento y la eficiencia integral de los sistemas ganaderos con base en pastos (Hodgson, 1990).

#### 4.4 CONSIDERACIONES FINALES

Las disponibilidades promedio para cada uno de los tratamientos fueron altas, siendo la del tratamiento TR+RG significativamente mayor a la de A+D y no teniendo diferencia con F+TB+LC. En el caso de la variable altura del forraje se encontraron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos y fue la mezcla de TR+RG la que resultó significativamente superior a las demás. El comportamiento similar entre disponibilidad y altura de forraje deja en evidencia la correlación alta y positiva que presentan estas dos variables. Con respecto al forraje remanente, no existieron diferencias significativas en cantidad de materia seca entre los distintos tratamientos, lo que se explica fundamentalmente porque todas las mezclas se manejaron con alta dotación y con el mismo criterio de altura remanente para el cambio de franja.

Las diferencias estadísticas en cantidad de materia seca disponible a favor del TR+RG surgieron a causa de un mayor crecimiento de esta mezcla durante el período invernal. Este incremental de crecimiento fue explicado tanto por el número de especies invernales que componen las mezclas como por su distinto comportamiento morfo-fisiológico, siendo *Trifolium pratense* y *Lolium perenne* dos componentes de ciclo invernal con muy buen vigor inicial. Las altas

recuperaciones post-pastoreo fueron consecuencia de un correcto manejo del pastoreo basado en lograr adecuadas superficies foliares remanentes, las que promovieron un rápido rebrote de buena magnitud.

La producción de forraje total promedio fue superior en el tratamiento TR+RG, acompañando a otras variables como el forraje disponible y la tasa de crecimiento al inicio del experimento. Existieron diferencias significativas en el forraje desaparecido a favor del tratamiento TR+RG, encontrándose una correlación positiva con el forraje disponible. En cuanto al porcentaje de utilización, se reportaron valores en el rango de 55-60%, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos debido fundamentalmente a que el manejo de la rotación de franjas se basó en remanentes iguales.

Con respecto a la producción animal, las GMD del período invernal no difirieron entre tratamientos, siendo más bajas que las GMD en primavera. Las GMD promedio del período fueron elevadas y permitieron obtener buenas producciones de carne por unidad de superficie, demostrando que, si bien los novillos Holando poseen un alto costo de mantenimiento, la eficiencia de conversión es muy alta cuando la calidad y disponibilidad del forraje es correctamente ajustada. El hecho de que las ofertas de forraje se hayan ubicado en el rango de lo recomendado – entorno al 6% del peso vivo – también tomó relevancia en el buen desempeño animal. A pesar de que TR+RG fue la mezcla que registró la mayor producción de forraje, también fue el tratamiento sobre el cual se obtuvo la menor productividad de carne, relacionado a menores ganancias en el período primaveral, explicado fundamentalmente por una pérdida de calidad prematura de las especies componentes.

Las eficiencias de producción fueron altas en este experimento siendo de 9, 9 y 11 kg de materia seca por kg de peso vivo para las mezclas de F+TB+LC, A+D y TR+RG, respectivamente. Estos son excelentes valores al referirse a este tipo de alimento y son explicados por el uso de altas cargas, las cuales provocaron que, del forraje desaparecido, la mayor proporción pertenezca a lo consumido por el animal.

La siembra de praderas perennes supone un costo importante para los sistemas de producción ganadera. No obstante, si se logra una buena pastura y se realiza un correcto aprovechamiento que permita una adecuada persistencia, seguramente se consigan buenos beneficios. En gran medida, la clave del éxito radica en reducir los costos de producción mediante el logro de una pradera que dure varios años y que mantenga una alta producción de forraje de calidad durante la mayor parte del año, y de esta manera poder alcanzar el objetivo primario que es maximizar la producción de carne.

## 5 CONCLUSIONES

En primer lugar, se cumplió la hipótesis de que existen diferencias en alguna de las variables analizadas entre los tratamientos. En relación al desempeño forrajero de las distintas mezclas, se destacan la mayor disponibilidad y producción de forraje total promedio logradas por la mezcla TR+RG, como consecuencia de un mayor crecimiento de esta mezcla en el período invernal. El correcto manejo del pastoreo permitió lograr adecuadas áreas foliares remanentes, las cuales tuvieron un rol protagónico en las buenas recuperaciones de las pasturas luego del pastoreo.

Con respecto a la producción animal, en el período de estudio se obtuvieron elevadas ganancias diarias promedio – en el rango de 0,8 a 1,0 kg/an/día-, explicado principalmente por la alta eficiencia de conversión de los novillos Holando, en conjunto con la utilización de ofertas de forraje comprendidas en el rango óptimo. Las mayores ganancias diarias promedio fueron conquistadas sobre el tratamiento F+TB+LC, a pesar de que TR+RG fue el que mostró mejor desempeño forrajero en variables de cantidad.

Igual comportamiento mostró la variable producción de carne, donde F+TB+LC logró cerca de 80 kg/ha de PV por encima de TR+RG. Esta disminución del potencial productivo de engorde de la mezcla TR+RG se relacionó a menores ganancias diarias en el período primaveral, donde tomó relevancia la acelerada pérdida de calidad de las especies que la conforman, como consecuencia de una mayor cantidad de forraje ofrecido en este tratamiento. En condiciones de ajuste de carga, teóricamente TR+RG debería ser la mezcla con mayor producción de carne por hectárea, ya que fue la que produjo mayor cantidad de materia seca.

Consideramos que aún resta mucho camino por recorrer en el análisis de la producción animal intensiva a pasto, lo cual deberá ser materia de estudio de otras tesis. La evaluación de nuevas técnicas, orientadas tanto a mejorar el desempeño de las pasturas como la performance ganadera sobre éstas, son un interesante objeto de investigación, en un rubro clave para nuestro país.

## 6 RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción animal de tres mezclas de pasturas en su primer año de vida, durante el período invierno-primaveral. Los tratamientos corresponden a tres mezclas forrajeras compuestas la primera por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, la segunda por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y la tercera por *Trifolium pratense* y *Lolium perenne*, las cuales fueron sometidas a pastoreo con 7 novillos por parcela. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú (Latitud 32° 22'38,63" S y Longitud 58° 03'23,83" O). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, comprendiendo tres bloques con tres tratamientos cada uno. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una a un tratamiento diferente dentro de cada bloque. Las mezclas fueron pastoreadas con tres grupos de 7 novillos de la raza Holando, asignados al azar en los tratamientos. El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue una intensidad de entre 5 y 7cm. Se encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento TR+RG con respecto a las variables forraje disponible, tanto en cantidad (kg/ha de MS) como en altura (cm), y producción total de forraje, aunque fueron F+TB+LC y A+D los tratamientos que lograron mejor desempeño animal, obteniendo mayores ganancias diarias promedio y mayor producción de kg/ha de peso vivo. En términos generales, se lograron adecuadas ganancias medias diarias por parte de los animales y altas producciones de peso vivo por hectárea, las cuales se ubicaron en el entorno de los 400 kg, trabajando con asignaciones de forraje cercanas al 6% del peso vivo.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Producción de carne.

## 7 SUMMARY

The aim of this work was to evaluate the animal production of three pastures mixture in its first year of life, during winter-spring term. The treatments correspond to three forage mixtures; the first one is made up of *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*, the second is made up of *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa* and the third is made up of *Trifolium pratense* and *Lolium perenne*, which were subjected to grazing with 7 steers per plot. The experiment was conducted in the Research Station Dr. Mario A. Cassinoni of the Facultad de Agronomía (Agronomy University) in Paysandú (Latitude 32° 22'38,63" S and Longitude 58° 03'23,83" W). The experimental design was a randomized complete block, which comprised three blocks with three treatments each. The experimental unit is the plot, each one corresponds to a treatment within each block. The mixtures were grazed with three groups of 7 Holstein steers, randomly assigned in the treatments. The grazing method was rotational and the criterion used to change the strip was a grazing height between 5 and 7 cm. Significant differences were found in favour of the TR+RG treatment with respect to the forage variables available, in quantity (kg DM/ha) as well as in height (cm), and total production of forage, however, the F+TB+LC and A+D treatments were the ones that achieved the best animal performance, obtaining higher daily gains and higher production of kg/ha of liveweight. In general terms, adequate average daily gains were achieved by the animals as well as a high production of live weight per hectare, which were rated around 400 kg, working with forage assignments close to the 6% of the liveweight.

Key words: Forage mixture; Meat production.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD, M. J.; GAUDENTI, C.; ORTICOCHEA, V.; PUIG, V. M. 2011. Evaluación estivo – otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
2. 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.
3. ALBANO, J. S.; PLATERO, T.; SARACHU, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en el primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
4. ALLEGRI, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en la utilización de pasturas. CIAAB. Miscelánea no. 39: 1-3
5. ALMADA, F.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPÍTRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
6. ALTAMIRANO, A.; DA SILVA, H.; DURÁN, A.; ECHEVERRÍA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
7. ARENARES, G.; QUINTANA, C.; RIBERO, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
8. BARTHAM, G. T.; BOLTON, G. R.; ELSTON, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.
9. BERRETTA, E. J. 2003. Perfiles por país del recurso pastura/forraje; Uruguay. (en línea). Roma. 31 p. (Producto informativo FAO). Consultado dic. 2014. Disponible en [http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/counprof/PDF%20files/Uruguay\\_Spanish.pdf](http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/counprof/PDF%20files/Uruguay_Spanish.pdf)



10. BLANCO, M. del R. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 10 p. Consultado dic. 2014. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/70-alimentos\\_rumen.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/70-alimentos_rumen.pdf)
11. BRANCATO, A.; PANISSA, R. J.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
12. BRITO DEL PINO, G.; COLELLA, A.; CROSTA, D.; MORALES, C. J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en Basamento Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 125 p.
13. BROCK, J. L.; HAY, R. J. M. 1993. An ecological approach to forage management. *In*: International Grassland Congress (17<sup>th</sup>. 1993, Palmerston North, NZ). Proceedings. Wellington, NZ, SIR. pp. 837-842.
14. BRUNO, O. A. 2006. Factores a tener en cuenta para lograr una buena implantación de pasturas. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 3 p. Consultado feb. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/47-factores\\_implantacion\\_pasturas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/47-factores_implantacion_pasturas.pdf)
15. CANGIANO, C. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. *In*: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
16. CARÁMBULA, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
17. \_\_\_\_\_. 2007a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
18. \_\_\_\_\_. 2007b. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
19. \_\_\_\_\_. 2010a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.

20. \_\_\_\_\_. 2010b. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
21. \_\_\_\_\_. 2010c. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
22. CAYLEY, J. W. D.; BIRD, P. R. 1991. Techniques for measuring pastures. Victorian Department of Agriculture. Technical Report Series no. 191. 41 p.
23. CHILIBROSTE, P.; SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.103
24. \_\_\_\_\_.; SOCA, P; BRUNI, M. de los A.; FABRE, E.; MATIAUDA, D. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años; aportes desde la EEMAC. Cangüé. no. 30: 36-44.
25. CULLEN, B. R.; CHAPMAN, D. F.; QUIGLEY, P. E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. Grass and Forage Science. 61 (4): 405-412.
26. DE SOUZA, P.; PRESNO, J. 2013. Productividad invierno-primaveral de praderas mezclas con *Festuca Arundinacea* y *Dactylis Glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos holandos con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
27. DONAGHY, D. J.; FULKERSON, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. Grass and Forage Science. 53 (3): 211-218.
28. DURÁN, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 398 p.
29. ESCUDER, C. 1996. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gómez, P.; Rosso, O. eds. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
30. FARIÑA, M. F.; SARAVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrageras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.

31. FERNÁNDEZ, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. *Revista Plan Agropecuario*. no. 85: 6-9.
32. FOGLINO, F.; FERNÁNDEZ, F. 2009 Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, lotus corniculatus y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
33. FORMOSO, F. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
34. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
35. \_\_\_\_\_. 2006. Instalación de pasturas, conceptos clave. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado ene. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/62-instalacion\\_de\\_pasturas.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/62-instalacion_de_pasturas.pdf)
36. FULKERSON, W. J. 1994. Effect of redefoliation on the regrowth and water soluble carbohydrate content of *Lolium perenne*. *Australian Journal of Agricultural Research*. 45: 1809-1815.
37. \_\_\_\_\_.; 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.
38. GALLI, J.; CANGIANO, C.; FERNÁNDEZ, H. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 16 (2): 119 – 142.
39. GARCÍA, J. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).
40. GARDUÑO, S.; PÉREZ, J.; HERNÁNDEZ, A.; HERRERA, J. G.; MARTÍNEZ, P. A.; JOAQUÍN, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. *Técnica Pecuaria en México*. 47 (2): 189-202.

41. GASTAL, F.; LEMAIRE, G.; LESTIENNE, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. In: Symposium in Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (2°, 2004, Curitiba, BR). Proceedings. Curitiba, Universidad de Curitiba. 1 disco compacto.
42. GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. 1999. Tillering responses to the light environment and to defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. *Annals of Botany*. 83: 423- 429.
43. GOMES DE FREITAS, S.; KLASSEN, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 91 p.
44. GRANT, S. A.; BARTHAM, G. I.; TORVELL, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36: 155-168.
45. HALL, M.; VOUGH, L. 2007. Forage establishment and renovation. In: Barnes, R.; Neslon, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages; the science of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell. v.2, pp. 343-354.
46. HARRIS, W.; LAZENBY, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25 (2): 227-246.
47. \_\_\_\_\_. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.
48. HEITSCHMIDT, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216-223.
49. HODGSON, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production; an evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44: 99-104.

50. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
51. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34 (4): 261-271.
52. LABANDERA, C. 2005. Actividades en fijación biológica de nitrógeno. Departamento de Microbiología de Suelos. Situación actual y perspectivas. *Agrociencia (Montevideo)*. 9 (1): 299-303.
53. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
54. LUCAS, H. L. 1963. Determination of forage yield and quality from animal responses. *Miscelánea USDA*. no. 940: 43-54.
55. LÓPEZ, G.; PASTORINI, J. M.; VÁZQUEZ, F. J. 2012. Efecto de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90 p.
56. MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTEL, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Science*. 49 (2): 111-120.
57. MENÉNDEZ DE LUARCA, S. 1982. Producción animal con base en pastos. *Pastos, Revista de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos*. 12 (2): 219 – 227.
58. MIERES, J. M. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, Uruguay, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 142).
59. MOLINELLI, P. L.; ODELLA, F. A.; VERRASTRO, M. 2014. Efecto de la mezcla forrajera y fecha de siembra en la producción de forraje, composición botánica y respuesta animal durante su segundo verano y tercer otoño de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
60. MOLITERNO, E. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia (Montevideo)*. 4 (1): 31-49.

61. \_\_\_\_\_. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia* (Montevideo). 6 (1): 40-52.
62. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. *In*: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden Press. pp. 606-611.
63. NABINGER, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. *In*: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14<sup>o</sup>, 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
64. 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).
65. OTONDO, J.; CICCHINO, M.; CALVETTY, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado ene. 2015. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_alfalfa/115-Alfalfa.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf)
66. PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. *Grass and Forage Science*. 43 (1): 15-27.
67. \_\_\_\_\_.; HARVEY, A.; WOLEDGE, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. 1. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. *Journal of Applied Ecology*. 28: 619-634.
68. REBUFFO, M.; GARCÍA, J. 2000. Distribución estacional de forraje. Adopción de variedades en Uruguay. Variedades de alfalfa. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
69. SALDANHA, S.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. *Agrociencia* (Montevideo). 14 (1): 44 – 54.

70. SANTIÑAQUE, F.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. no. 2: 16-21.
71. SCHENEITER, O.; PAGANO, E. 1998. Producción de forraje y composición botánica de pasturas mixtas de festuca y trébol blanco fertilizadas con nitrógeno. Revista de Tecnología Agropecuaria. 3 (9): 10-14.
72. \_\_\_\_\_. 2000. Mezclas de especies forrajeras templadas. Forrajes y granos. Agribusiness Journal. 5 (53): 185-192.
73. \_\_\_\_\_. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
74. SILBERMANN, A. s.f. Las praderas perennes y sus etapas críticas. (en línea). Montevideo, PROCAMPO URUGUAY. s.p. Consultado ene. 2015. Disponible en <http://www.procampouruguay.com/wp-content/uploads/2013/09/GRAMINEAS-PERENNES.pdf>
75. VAZ MARTINS, D.; MESCIA, M.; BRIT, A.; CIBILS, R.; AUNCHAIN, M. 2003. Efecto de la presión de pastoreo sobre ganancia en peso y eficiencia de utilización del forraje de novillos de distinta edad. In: Vaz Martins, D. ed. Avances sobre engorde de novillos en forma intensiva. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 9-17 (Serie Técnica no. 135).
76. WALDO, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage - concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2): 617-631.
77. WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; DELLOW, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38 (5): 451-460.
78. WHEELER, J. L. 1962. Experimentation in grazing management. Herbage Abstracts. 32: 1-7.
79. WILSON, D. B.; ROBSON, M. J. 1970. Regrowth of S24 Ryegrass and its relation to yield measurement of grazed swards. Journal of the British Grassland Society. 25: 220-227.

80. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15: 13-17.
81. \_\_\_\_\_.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21<sup>a</sup>., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
82. \_\_\_\_\_. 2014. Productividad de pasturas sembradas con novillos Holando. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (42<sup>o</sup>., 2014, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, CMVP. s.p.



9 ANEXOS**Anexo No. 1. Cantidad de MS y altura del forraje disponible y remanente****Cantidad de forraje disponible (kg/ha de MS)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP Kg./HA	9	0,98	0,963	,10

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	788231,11	4	197057,78	54,35	0,0010
Bloque	763224,22	2	381612,11	105,26	0,0003
Tratamiento	25006,89	2	12503,44	3,45	0,1347
Error	14501,78	4	3625,44		
Total	802732,89	8			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=104,80716**

Error: 3625,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	2001,33	3	34,76	A
F+TB+LC	1946,33	3	34,76	A B
A+D	1872,67	3	34,76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,10$ )**Cantidad de forraje remanente (kg/ha de MS)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM Kg./HA	9	0,94	0,874	5,58

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	82298,44	4	20574,61	14,73	0,0116
Bloque	78308,22	2	39154,11	28,04	0,0044
Tratamiento	3990,22	2	1995,11	1,43	0,3403
Error	5585,78	4	1396,44		
Total	87884,22	8			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=65,04623**

Error: 1396,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F+TB+LC	842,67	3	21,58	A

TR+RG	812,67	3	21,58	A
A+D	791,33	3	21,58	A

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

### Altura promedio del disponible (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT DISP	9	0,98	0,96	4,03

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	84,44	4	21,11	47,50	0,0013
Bloque	67,56	2	33,78	76,00	0,0007
Tratamiento	16,89	2	8,44	19,00	0,0091
Error	1,78	4	0,44		
Total	86,22	8			

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

Error: 0,4444 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	18,33	3	0,38	A
F+TB+LC	16,33	3	0,38	B
A+D	15,00	3	0,38	C

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

### Altura promedio del remanente (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT REM	9	0,96	0,92	5,83

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	15,33	4	3,83	23,00	0,0051
Bloque	12,67	2	6,33	38,00	0,0025
Tratamiento	2,67	2	1,33	8,00	0,0400
Error	0,67	4	0,17		
Total	16,00	8			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,71062

Error: 0,1667 gl: 4

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
TR+RG	7,67	3	0,24	A

F+TB+LC	7,00	3	0,24	A B
A+D	6,33	3	0,24	B

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

## Anexo No 2. Forraje desaparecido y porcentaje de utilización

### Forraje desaparecido (kg/ha de MS)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DESAPARECIDO Kg./HA	9	0,97	0,94	4,76

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1527064,00	4	381766,00	33,28	0,0025
Bloque	1449914,00	2	724957,00	63,19	0,0009
Tratamiento	77150,00	2	38575,00	3,36	0,1391
Error	45890,00	4	11472,50		
Total	1572954,00	8			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=186,44011

Error: 11472,5000 gl: 4

Tratamiento Medias n E.E.

TR+RG	2377,33	3	61,84	A
F+TB+LC	2207,33	3	61,84	A B
A+D	2162,33	3	61,84	B

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

### % utilización

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTIL	9	0,75	0,49	3,94

### Cuadro de Análisis de la Varianza ( SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	59,78	4	14,94	2,92	0,1617
Bloque	43,56	2	21,78	4,26	0,1020
Tratamiento	16,22	2	8,11	1,59	0,3109
Error	20,44	4	5,11		
Total	80,22	8			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,93521

Error: 5,1111 gl: 4

Tratamiento Medias n E.E.

TR+RG	59,33	3	1,31	A
A+D	56,67	3	1,31	A
F+TB+LC	56,33	3	1,31	A

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

### Anexo No. 3. GMD y producción de carne

#### Segunda pesada 09/10/2013

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
09/10/2013	21	0,94	0,93	3,68

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	12080,85	3	4026,95	95,75	<0,0001	
Tratamiento	34,17	2	17,08	0,41	0,6725	
26/08/2013	8995,04	1	8995,04	213,88	<0,0001	0,96
Error	714,96	17	42,06			
Total	12795,81	20				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,03023

Error: 42,0566 gl: 17

Tratamiento Medias n E.E.

F+TB+LC	177,63	7	2,66	A
TR+RG	176,26	7	2,59	A
A+D	174,39	7	2,46	A

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

#### Tercera pesada 17/11/2013

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
17/11/2013	210,95	0,95	0,95	3,04

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	16059,76	3	5353,25	119,62	<0,0001	
Tratamiento	724,76	2	362,38	8,10	0,0034	
26/08/2013	9340,62	1	9340,62	208,71	<0,0001	0,98
Error	760,81	17	44,75			
Total	16820,57	20				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,22058

Error: 44,7535 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F+TB+LC	227,20	7	2,74 A
A+D	221,16	7	2,54 A
TR+RG	211,21	7	2,67 B

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

### Peso vivo promedio

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PV Promedio	210,99	0,98	1,88	

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	14157,65	3	4719,22	406,61	<0,0001	
Tratamiento	171,99	2	86,00	7,41	0,0049	
26/08/2013	9600,41	1	9600,41	827,17	<0,0001	0,99
Error	197,31	17	11,61			
Total	14354,95	20				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,16785

Error: 11,6063 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F+TB+LC	185,13	7	1,40 A
A+D	182,35	7	1,29 A
TR+RG	177,38	7	1,36 B

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

### Ganancia individual (kg/animal)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
G. Total	21	0,53	0,45	8,73

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	847,35	3	282,45	6,35	0,0044	
Tratamiento	731,23	2	365,62	8,23	0,0032	
26/08/2013	6,68	1	6,68	0,15	0,7031	-0,03
Error	755,61	17	44,45			
Total	1602,95	20				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,19926

Error: 44,4474 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.

F+TB+LC	83,70	7	2,73	A
A+D	77,78	7	2,53	A
TR+RG	67,67	7	2,66	B

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

### GMD invierno

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
GD INV.	21	0,06	0,00	19,89

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	0,02	3	0,01	0,34	0,7972	
Tratamiento	0,02	2	0,01	0,37	0,6954	
26/08/2013	0,01	1	0,01	0,48	0,4985	-1,0E-03
Error	0,37	17	0,02			
Total	0,39	20				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,13693

Error: 0,0217 gl: 17

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F+TB+LC	0,77	7	0,06
TR+RG	0,74	7	0,06
A+D	0,70	7	0,06

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

### GMD primavera

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
GD prim.	21	0,65	0,59	11,91

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	<u>Coef</u>
Modelo.	0,57	3	0,19	10,70	0,0003	
Tratamiento	0,45	2	0,22	12,55	0,0004	
26/08/2013	2,3E-03	1	2,3E-03	0,13	0,7220	4,9E-04
Error	0,30	17	0,02			
Total	0,87	20				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,12415

Error: 0,0178 gl: 17

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F+TB+LC	1,26	7	0,05

A+D	1,20	7	0,05	A
TR+RG	0,90	7	0,05	B

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

### Ganancia diaria promedio del período

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GDT	21	0,52	0,44	8,83

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,12	3	0,04	6,16	0,0050	
Tratamiento	0,10	2	0,05	7,96	0,0036	
26/08/2013	8,8E-04	1	8,8E-04	0,13	0,7192	-3,0E-04
Error	0,11	17	0,01			
Total	0,23	20				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,07547

Error: 0,0066 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F+TB+LC	1,01	7	0,03
A+D	0,94	7	0,03
TR+RG	0,81	7	0,03

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

### Producción de carne (kg/ha de PV)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Producción (kg PV/ha)	21	0,52	0,44	8,73

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	22919,47	3	7639,82	6,22	0,0048	
Tratamiento	19544,91	2	9772,45	7,96	0,0036	
26/08/2013	117,47	1	117,47	0,10	0,7609	-0,11
Error	20877,67	17	1228,10			
Total	43797,14	20				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=32,58619

Error: 1228,0984 gl: 17

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F+TB+LC	438,87	7	14,37
A+D	409,52	7	13,29

TR+RG 356,33 7 13,98 B

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