

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA DOTACIÓN EN LA PRODUCCIÓN ESTIVO-OTOÑAL DE DOS  
PRADERAS DE CUARTO AÑO

por

Mariana ABREU AGUILAR

Viviana Nataly CABRERA LAVEGLIA

Ignacio GETTINI PROTASIO

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2014

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_  
Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 29 de octubre de 2014

Autores: \_\_\_\_\_  
Mariana Abreu Aguilar

\_\_\_\_\_  
Viviana Nataly Cabrera Laveglia

\_\_\_\_\_  
Juan Ignacio Gettini Protasio

### **AGRADECIMIENTOS**

A la Facultad de Agronomía por permitirnos acceder a nuestra formación académica.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. Ramiro Zanoniani por confiarnos la elaboración de este trabajo de tesis y por el apoyo brindado.

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

Y muy especialmente a nuestras familias y amigos que nos apoyaron a lo largo de nuestra carrera.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u> .....	2
1.1.1. <u>Objetivos generales</u> .....	2
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u> .....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES</u> <u>COMPONENTES DE LAS MEZCLAS</u> .....	3
2.1.1. <u><i>Dactylis glomerata</i></u> .....	3
2.1.2. <u><i>Medicago sativa</i></u> .....	4
2.1.3. <u><i>Festuca arundinacea</i></u> .....	7
2.1.4. <u><i>Trifolium repens</i></u> .....	9
2.1.5. <u><i>Lotus corniculatus</i></u> .....	11
2.2. <u>MEZCLAS FORRAJERAS</u> .....	13
2.2.1. <u>Importancia de las mezclas forrajeras</u> .....	13
2.2.2. <u>Componentes de una mezcla</u> .....	14
2.2.3. <u>Dinámica de las mezclas</u> .....	16
2.3. <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	18
2.3.1. <u>Regulación del consumo en animales a pastoreo</u> .....	18
2.3.2. <u>Algunas generalidades sobre producción animal</u> .....	19
2.3.3. <u>Relación entre consumo - disponibilidad – altura</u> .....	19
2.4. <u>EFFECTOS DEL PASTOREO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE</u> <u>FORRAJE</u> .....	21
2.4.1. <u>Aspectos generales del pastoreo</u> .....	21
2.4.2. <u>Efecto de la defoliación</u> .....	23
2.4.2.1. <u>Efecto sobre el IAF óptimo, peso de macollos y relación</u> <u>raíz: tallo</u> .....	27
2.4.3. <u>Efectos sobre la persistencia de la pastura</u> .....	28

2.4.4.	<u>Efecto del animal sobre la pastura</u>	28
2.4.4.1.	Carga	28
2.4.4.2.	Selectividad	30
2.4.4.3.	Calidad de la pastura	31
2.4.5.	<u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	31
2.4.5.1.	Frecuencia	31
2.4.5.2.	Intensidad	33
2.4.6.	<u>Efecto de las malezas sobre la pastura</u>	34
2.4.7.	<u>Factores que afectan el crecimiento de la pastura</u>	35
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
3.1.	CONDICIONES EXPERIMENTALES	37
3.1.1.	<u>Lugar y período experimental</u>	37
3.1.2.	<u>Información meteorológica</u>	37
3.1.3.	<u>Descripción del sitio experimental</u>	37
3.1.4.	<u>Antecedentes del área experimental</u>	38
3.1.5.	<u>Tratamientos</u>	38
3.1.6.	<u>Diseño experimental</u>	39
3.2.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	40
3.2.1.	<u>Medición de las principales variables</u>	40
3.2.1.1.	Disponibilidad y rechazo de materia seca	40
3.2.1.2.	Altura disponible y remanente	41
3.2.1.3.	Producción de forraje	41
3.2.1.4.	Materia seca desaparecida	41
3.2.1.5.	Porcentaje de utilización	41
3.2.1.6.	Composición botánica	41
3.2.1.7.	Peso de los animales	41
3.2.1.8.	Ganancia media diaria	42
3.2.1.9.	Oferta de forraje	42
3.2.1.10.	Producción de peso vivo	42
3.2.1.11.	Componentes estructurales de la planta	42
3.3.	HIPÓTESIS	42
3.3.1.	<u>Hipótesis biológica</u>	42

3.3.2.	<u>Hipótesis estadística</u> .....	42
3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	43
3.4.1.	<u>Modelo estadístico</u> .....	43
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	44
4.1.	DATOS METEOROLÓGICOS.....	44
4.2.	PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	46
4.2.1.	<u>Forraje disponible y altura promedio disponible por tratamiento en cm</u> .....	46
4.2.2.	<u>Forraje remanente y altura remanente promedio por tratamiento</u> .....	48
4.2.3.	<u>Forraje desaparecido (kg/ha)</u> .....	49
4.2.4.	<u>Porcentaje de utilización (%)</u> .....	50
4.2.5.	<u>Producción de forraje</u> .....	51
4.2.5.1.	Tasa de crecimiento.....	51
4.2.5.2.	Producción de forraje.....	52
4.2.6.	<u>Composición botánica</u> .....	53
4.2.6.1.	Composición botánica disponible.....	53
4.2.7.	<u>Composición botánica remanente</u> .....	55
4.3.	COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA PASTURA.....	57
4.3.1.	<u>Densidad de gramíneas y leguminosas, y densidad de macollos</u> .....	57
4.3.2.	<u>Relación parte área/raíz y malezas en promedio según tratamiento</u> .....	59
4.3.3.	<u>Producción animal</u> .....	61
5.	<u>CONCLUSIONES</u> .....	66
6.	<u>RESUMEN</u> .....	68
7.	<u>SUMMARY</u> .....	69
8.	<u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	70
9.	<u>ANEXOS</u> .....	80

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Medicago sativa</i> cultivar Chaná, expresado en kg/ha/año de MS.....	7
2. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Festuca arundinacea</i> cultivar Tacuabé, expresado en kg/ha/año de MS....	9
3. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Trifolium repens</i> cultivar Zapicán, expresado en kg/ha/año de MS.....	10
4. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de <i>Lotus corniculatus</i> cultivar San Gabriel, expresado en kg/ha/año de MS...	12
5. Balance hídrico en el período estivo-otoñal.....	45
6. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS de cada tratamiento.....	46
7. Altura promedio disponible por tratamiento en cm.....	47
8. Forraje remanente promedio por tratamiento en kg/ha de MS de cada tratamiento.....	48
9. Altura promedio del remanente en centímetros según tratamiento.....	49
10. Forraje desaparecido en kg/ha según tratamiento.....	49
11. Porcentaje de utilización %, según tratamiento.....	50
12. Tasa de crecimiento en kg/ha/día MS según tratamiento.....	51
13. Producción de forraje total para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	52
14. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresado en %.....	53
15. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento, expresado en %.....	55
16. Número de plantas de gramíneas y leguminosas, y número de macollos por m <sup>2</sup> y por planta, en promedio para cada uno de los tratamientos.....	57
17. Relación parte área/raíz para gramíneas según tratamiento.....	59
18. Relación parte área/raíz para leguminosas según tratamiento.....	60
19. Ganancia por estación (kg/an/d), GMD (kg/an/d) y productividad por ha (kg/ha PV).....	61
20. Eficiencia de utilización y producción de forraje según tratamiento.....	64
Figura No.	
1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	39
2. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado	

con el promedio histórico entre 1980 y 2009.....	44
3. Registro de temperaturas promedio, máxima y mínima durante el ensayo en comparación con el promedio de la serie histórica.....	45
4. Composición botánica del forraje disponible estivo otoñal promedio en porcentaje según tratamiento.....	54
5. Composición botánica del forraje remanente estivo otoñal promedio en porcentaje según tratamiento.....	56
6. Número de plantas por m <sup>2</sup> y número de macollos por planta según tratamiento.....	59
7. Producción animal (kg/ha PV) y Ganancia media diaria (kg/an/d) en función de la oferta de forraje.....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

En Uruguay la producción de carne enfrenta la necesidad de un proceso de transformación que coloque a la ganadería en niveles de rentabilidad lo suficientemente atractivos para permitir el sostenimiento de la actividad en un contexto de competencia por el suelo con la agricultura (Kloster y Latimori, 2003).

Según Carámbula (2002), para enfrentar la falta de forraje en cantidad y calidad, la región cuenta con distintas alternativas: desde las más extensivas como es el manejo ajustado y adecuando del campo natural, o como es la fertilización e interseembra de especies y reemplazo total de la vegetación hacia pasturas sembradas.

Existen distintas variantes para el reemplazo de la vegetación entre la cuales se destacan: pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas (praderas convencionales, permanentes, plurianuales o de larga vida), leguminosas puras y gramíneas puras con nitrógeno (verdeos y pasturas temporarias o de corta vida) (Carámbula, 2007a).

En el Uruguay se presentan limitaciones para llevar a cabo los objetivos de la mezcla, la variación estacional es de los principales parámetros climáticos en determinar que las condiciones ambientales no sean uniformes para el crecimiento de las plantas. Esto conduce a que durante ciertos períodos del año, la productividad de estas pasturas se vea limitada (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Las pasturas cultivadas mixtas suponen la destrucción total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas, lo que da lugar a la formación de pasturas mixtas (Carámbula, 2002).

Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explorando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias (Carámbula, 2002).

Datos registrados según Carámbula (2002), por diferentes organismos de investigación, así como por los propios productores demuestran que este tipo de mejoramiento permite superar ampliamente la productividad y calidad de las pasturas naturales, resulta importante destacar algunas características que motivan especial consideración: como son los problemas de implantación, la falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, enmalezamiento prematuro, la evolución hacia una estacionalidad marcada, la baja persistencia y estabilidad, y problemas que aparecen en las siembras asociadas.

La producción animal en un sistema pastoril, es una medida integrada de la eficiencia de tres procesos diferentes: como es la producción de forraje, la utilización por los animales del forraje producido y la conversión del forraje consumido en producto animal. La intensidad de pastoreo, que resulta de la relación entre el número de animales, la producción animal y la fitomasa, afecta esos procesos y a la producción animal (Carámbula, 2002).

El objetivo fundamental del manejo del pastoreo, es maximizar la producción animal por unidad de superficie sin degradar los recursos, para esto es fundamental llegar a un equilibrio entre aprovechamiento del forraje y la producción individual de los animales. Entre los factores de manejo del pastoreo, la dotación animal es una de las variables fundamentales a tener en cuenta (Hogdson, 1990).

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivos generales

El objetivo del presente trabajo es evaluar el efecto de distintas dotaciones tanto en producción de forraje, composición botánica y desempeño animal, en dos mezclas forrajeras una ultra simple, compuesta por *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* y otra simple, compuesta por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, durante el periodo estivo-otoñal, en su cuarto año de producción.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

- a) Evaluar la producción de forraje de ambas mezclas.
- b) Evaluar la composición botánica de las especies en la mezcla en el periodo experimental.
- c) Evaluar la producción de peso vivo tanto en producción individual (kg PV/animal) como producción por unidad de superficie (kg PV/ha).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LAS MEZCLAS

#### 2.1.1 *Dactilys glomerata*

Es una especie perenne invernal que se caracteriza por formar matas individuales ya que no produce rizomas ni estolones y forma un tapiz abierto con matas definidas y macollos achatados (Carámbula, 2007a). Las hojas son de color verde azulado, presentan una nervadura central marcada pero no tienen aurículas. La lígula es blanca y visible. Tanto la hoja como la vaina no presentan pelos, la inflorescencia es una panoja con espiguillas amontonadas formando glomérulos, y cada espiguilla contiene 3-5 florecillas, la lema tiene una quilla fuerte y terminada en mucron, de manera que la semilla tiende a posarse sobre su costado (Langer, 1981).

Se trata de una especie moderadamente resistente a los fríos, y que produce bien aun con temperaturas elevadas, siempre que se disponga de humedad suficiente (Carámbula, 2002).

Crece bien en suelos livianos de fertilidad mediana, pero se desarrolla mejor en suelos francos de buena fertilidad; resiste bastante bien la acidez y se destaca por su tolerancia a la sombra (Carámbula, 2002), se adapta a un bajo contenido de humedad (Langer, 1981). Es poco tolerante a excesos hídricos por lo que no debe utilizarse en suelos húmedos mal drenados. Tiene buena resistencia a la sequía y en veranos secos se destaca netamente de las otras gramíneas perennes. Es menos exigente en fertilidad y humedad que festuca y raigrás perenne (Ayala et al., 2010).

Según Carámbula (2002), presenta crecimiento inicial más vigoroso que festuca, pero menos que raigrás perenne, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que favorece una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca y falaris en el año de siembra. Sin embargo en los siguientes años se ve aventajado por dichas gramíneas.

Posee un sistema radicular muy superficial, y por lo tanto antes y durante el verano debería manejarse de tal forma que se promueva una buena producción de raíces y el mantenimiento de aéreas foliares adecuadas. De esta forma se favorecerá la persistencia de la especie durante el verano, ya que igual que festuca no posee mecanismos de latencia y sus sistemas radiculares permanecen activos a lo largo de casi todo el año (Carámbula, 2002).

Las sustancias de reserva de esta especie se encuentran ubicadas en las bases de los macollos y en las vainas de las hojas. Esta característica distingue al dactylis

netamente de falaris y festuca, ya que en estas dos especies dichas sustancias se encuentran en tubérculos y rizomas fuera del alcance del animal. Por consiguiente esta forrajera acepta defoliaciones frecuentes pero no intensas, ya que de lo contrario los animales afectarían a las plantas, al consumir directamente las sustancias de reserva (Carámbula, 2002).

En algunas zonas lo asocian con alfalfa o lotus; de ser así, deben buscarse cultivares de alfalfa resistentes a los fríos y que tengan crecimiento temprano en primavera, con lo que se lograra un heno de buena calidad (Carámbula, 2002).

No debe dejarse endurecer ni florecer pues se vuelve fibroso siendo rechazado por los animales. Por consiguiente, es necesario controlar el pastoreo y mantener las plantas en estado vegetativo, especialmente en la primavera, cuando además se deberá mantener un buen balance en sus mezclas con leguminosas (Carámbula, 2002). En otoño se debe permitir que la pastura crezca y reponga reservas. Es más susceptible que festuca al daño por pisoteo (Ayala et al., 2010).

El cultivar utilizado fue INIA Perseo, obtenido en La Estanzuela luego de tres ciclos de selección con énfasis en rendimiento y sanidad (Ayala et al., 2010).

Se destaca por su floración temprana, en octubre (próxima al 07/10). Es de hábito semierecto y más oscuro que INIA Oberón. En general tiene una buena sanidad foliar, aspecto muy destacable en materiales de floración temprana, que son generalmente los más susceptibles. Posee rendimientos de forraje destacable y superior que el testigo de INIA LE Oberón en verano y otoño (Ayala et al., 2010).

### 2.1.2 *Medicago sativa*

La alfalfa es una leguminosa perenne de ciclo estival que presenta excelentes cualidades dadas por su alto rendimiento tanto en calidad como en cantidad de forraje, su carácter mejorador del suelo y restaurador de la fertilidad en las rotaciones. Se puede decir también que su adaptación a las diferentes regiones del país es buena (Carámbula, 1977).

Concentra la mayor parte de su producción de forraje en el período primavero-estival (65 a 75%), (Rebuffo, 2000).

No obstante, entrado el verano con condiciones climáticas menos favorables, su comportamiento se hace más variable, dependiendo en especial de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo (Carámbula, 2002).

Requiere suelos fértiles, de texturas media, profundos y bien drenados, ya que de no ser así se promueven enfermedades y mala oxigenación de raíces que repercuten en la muerte de plantas y en la disminución del rendimiento de forraje (Cangiano, 1997). Es sensible a la acidez y el pH (agua) óptimo se sitúa en 6 a 6,5, con niveles críticos inferiores a 5,5 que impiden su cultivo. Las dosis de fertilizante son mayores a las requeridas para otras leguminosas, y deben ajustarse en función del análisis de suelo (Ayala et al., 2010).

Tiene un muy alto valor nutritivo, aunque con cambios constantes a lo largo del año, siendo superiores en primavera y principalmente en estado vegetativo. A su vez tiene alta capacidad fijadora de nitrógeno sumado a su carácter mejorador y restaurador de la fertilidad en las rotaciones.

Se ha demostrado que la corona es el centro de regeneración más importante en especial cuando se sale de un pastoreo aunque los rebrotes se pueden dar a partir de las yemas axilares de los tallos no defoliados. Sin embargo, el rebrote a partir de las yemas axilares contribuye poco a la recuperación de la planta posterior a un pastoreo en especial cuando se comparan frente a los tallos que provienen de las yemas basales (Langer, 1981). Este rebrote proveniente de tallos secundarios generalmente es de menor vigor y tiende a desprenderse de los tallos viejos con mayor facilidad (Rebuffo, 2005).

Es importante tener en cuenta que los momentos más adecuados para realizar los pastoreos son aquellos en los que la planta logro reponer todas las reservas. Estos momentos son la aparición del rebrote basal o el inicio de floración. En plena floración, la alfalfa alcanza su nivel máximo de reservas con el fin de destinarlas a la producción de semillas (Rebuffo, 2005).

Las variedades que se comercializan en Uruguay se clasifican en tres grupos de acuerdo a su grado de reposo invernal: sin reposo, con reposo corto y con reposo largo. El grado de reposo invernal o latencia indica el período en el que la alfalfa no produce, ya que los cultivares de diferentes grupos inician y finalizan el reposo con distintos umbrales de temperatura y longitud del día en el período de otoño/invierno (Ayala et al., 2010). El mayor contraste entre los grupos se observa en la estacionalidad de la producción de forraje, la arquitectura de la planta y la persistencia (Carámbula, 1977).

En general, existe una relación directa entre grado de reposo y persistencia, resultando más longevos las variedades de mayor reposo invernal, bajo corte o pastoreo. Los cultivares sin latencia invernal y con latencia intermedia se recomiendan para sistemas de pastoreo rotativo, destacándose por su velocidad de rebrote y una mayor producción de otoño/invierno; estas características permiten un mayor número de pastoreos o cortes en el año, si bien el forraje disponible en cada pastoreo o corte es menor (Ayala et al., 2010).

Estanzuela Chaná se caracteriza por sus plantas de porte erecto, coronas de gran tamaño y tallos largos, de reposo invernal corto y floración poco profusa, que se extiende desde noviembre hasta marzo inclusive. Se destaca por tener muy buena productividad durante todo su ciclo de crecimiento, pudiendo producir hasta 50% del forraje total en el verano. La rápida recuperación permite obtener seis cortes o pastoreos al año. Su vida productiva alcanza 4 años cuando se siembra en suelos adecuados y el manejo de defoliación se realiza respetando el ciclo de reservas de la planta. Los pastoreos frecuentes reducen su persistencia (Ayala et al., 2010).

Se destaca por su buena tolerancia a las enfermedades foliares preponderantes en el país. Esta característica le permite retener por mayor tiempo las hojas, manteniendo una alta calidad del forraje (Ayala et al., 2010).

Independientemente del grupo de reposo al que pertenezcan las variedades; el crecimiento netamente estival es 28 a 33% del total anual. Es el período de otoño e invierno donde se manifiestan las mayores diferencias varietales, las variedades sin reposo producen 16 a 20% del forraje en este período, mientras que aquellas con reposo largo producen tan solo 6 a 10% en el mismo período (Rebuffo, 2000).

Durante el otoño su producción es relativamente baja, lo cual unido al manejo cauteloso que se debe aplicar en esta estación, para favorecer su supervivencia y productividad, impiden contar de manera segura con esta especie y por consiguiente se debe considerar la posibilidad de que no se registre una contribución activa (Carámbula, 2002).

La alfalfa está adaptada a esquemas de pastoreos rotativos, poco frecuentes, intensos y de corta duración (Rebuffo, 2000), con el cual se favorece una acumulación eficiente de reservas (Carámbula, 2002).

El nivel más bajo de reservas de la planta generalmente ocurre alrededor de dos a tres semanas después de la defoliación, cuando las plantas alcanzan 15 a 20 cm de altura, por lo que en esta etapa es absolutamente desaconsejado el pastoreo o corte. A partir de este momento, y en la medida que las plantas continúen su crecimiento vigoroso, las reservas en la raíz se recuperan rápidamente.

El momento adecuado de pastoreo corresponde con dos estados específicos de crecimiento: la aparición del rebrote basal o el inicio de la floración. El desarrollo del rebrote basal ayuda a identificar el momento adecuado del pastoreo en aquellas épocas en que las plantas no florecen: otoño e inicio de primavera. Por su parte la aparición de botones florales es un claro indicador de la madurez del cultivo en plena primavera y verano.

Teniendo en cuenta las variaciones estacionales en el crecimiento natural de la alfalfa, el mejor criterio para definir el pastoreo es la combinación de estos indicadores.

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación:

Cuadro No. 1. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de Medicago sativa cultivar Chaná, expresado en kg/ha/año de MS.

	Año			
	1	2	3	4
Promedio	4928	14012	11728	7302
Máximo	8670	19328	15775	7302
Mínimo	2967	8346	8389	7302

### 2.1.3 *Festuca arundinacea*

Es una especie perenne, invernada; cespitosa a rizomatosa. Se adapta a un rango amplio de suelos, prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos. Crece bien en lugares húmedos y presenta a la vez buena resistencia a la sequía, conserva menos hojas verdes que el dactylis (Carámbula, 2002).

Tiene buena precocidad otoñal, con un rápido rebrote de fin de invierno y floración temprana (setiembre-octubre); en estado reproductivo tiene baja palatabilidad (Carámbula, 2002).

En cuanto al manejo de la defoliación, la festuca admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes debido no solo porque las sustancias de reservas se encuentran en las raíces y rizomas cortos, que forman la corona de las plantas, sino también porque por lo general, las plantas presentan un área foliar remanente alta luego de un pastoreo (MacKenn, citado por Carámbula, 2002).

La falta de latencia estival y la carencia de órganos apropiados para acumular grandes volúmenes de reservas, pueden perjudicar la productividad y la persistencia de esta especie bajo regímenes de manejo excesivamente intensivos. Por esta razón, al igual que en la mayoría de las gramíneas se recomienda dejar periodos de descansos entre pastoreos (López et al., citados por Carámbula, 2002); es decir un pastoreo rotativo, en el cual se entra a pastorear con alturas no mayores de 10-15cm, de esta forma se trata de evitar que se formen maciegas (Carámbula, 2002) y dejando un remanente de 5 cm. Si se dilata el pastoreo se reduce la calidad del forraje (Ayala et al., 2010).

En festuca, el endófito *Neotyphodium coenophialum* produce dentro de la planta una serie de alcaloides, algunos de los cuales confieren a las plantas ventajas adaptativas y otros que son nocivos para los animales y son causantes de los problemas de toxicidad conocidos como festucosis. La presencia del endófito confiere mayor tolerancia a la sequía, mayor tolerancia a insectos y nematodos, aumenta el macollaje, la persistencia y el rendimiento potencial.

Los cultivares de festuca inoculados con *Novel endophytes*, nuevos endófitos, no ocasionan problemas en los animales (festucosis) y al mismo tiempo las plantas adquieren los efectos benéficos del hongo (Ayala et al., 2010).

Estanzuela Tacuabé es una festuca rústica y versátil, fue obtenida en la Estanzuela por selección de materiales destacados por producción otoño-invernal, persistencia y compatibilidad con trébol blanco; fue el primer cultivar de festuca mejorado en el Uruguay (Ayala et al., 2010).

Salvo en suelos arenosos, crece muy bien en suelos medios, pesados y húmedos (Ayala et al., 2010).

Es una festuca temprana que encaña a mediados de setiembre y si bien puede producir forraje todo el año tiene un pico de producción en setiembre y otro menor en otoño (Ayala et al., 2010).

Estudios realizados por Formoso (2010), sobre la evolución anual del macollaje, se encontró que presenta dos períodos bien diferenciados, el primero va desde el primero de marzo al primero de setiembre y se caracteriza por un predominio de la tasa de formación de nuevas macollas, (la población de macollas vivas aumenta linealmente a una alta tasa) por sobre la tasa de muerte de las mismas; el segundo período (desde el primero de setiembre al primero de marzo) se caracteriza por un predominio de la tasa de muerte de macollas por sobre la de formación de las mismas.

Cuando se aproxima y durante la etapa de iniciación de la diferenciación reproductiva, se enlentece notoriamente el macollaje, las señales internas de las plantas se dirigen a priorizar el desarrollo reproductivo (Formoso, 2010).

El manejo de primavera debe prevenir la encañazón mediante pastoreos más intensos y frecuentes. Por el contrario, el manejo de verano debe ser cuidadoso, evitando pastorear hasta que no se alcance 15-18 cm y dejando un remanente de 7-10 cm (Ayala et al., 2010).

Es especialmente indicada como componente de praderas perennes donde se prioriza el rendimiento todo el año, la rusticidad y la persistencia. Su probada adaptación

a distintas regiones del país la hacen particularmente valiosa en distintos sistemas de producción (Ayala et al., 2010).

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación:

Cuadro No. 2. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Festuca arundinacea* cultivar Tacuabé, expresado en kg/ha/año de MS.

	Año		
	1	2	3
Promedio	6123	11984	7723
Máximo	9306	18991	13211
Mínimo	3252	6504	2472

#### 2.1.4 *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne estolonífera de ciclo invernal, pero su mayor producción se registra en primavera. Se caracteriza por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y habilidad para competir con gramíneas perennes (Carámbula, 2002).

Es una especie glabra, de hábito prostrado con muchos tallos que se extienden por la superficie del suelo y producen raíces adventicias en cada nudo, este hábito estolonífero constituye una característica valiosa, ya que es una planta que se utiliza en praderas sometidas a un pastoreo intenso. El sistema radicular primario se pierde una vez que la planta se establece (Langer, 1981).

La gran adaptación del trébol blanco al manejo intenso y los altos rendimientos de materia seca que produce se debe a que posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior, hojas maduras en el estrato superior y presenta un valor nutritivo elevado a lo largo de toda la estación de crecimiento (Carámbula, 2002).

Se adapta mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos. Si bien no crece en forma adecuada en suelos pobres, muy ácidos o arenosos, produce buenos rendimientos en la mayoría de los suelos siempre que tenga suficiente humedad y cantidades adecuadas de fósforo. Prospera en suelos fértiles, particularmente arcillosos. En suelos arenosos será necesario elevar el nivel de fertilidad previo a la implantación de esta especie (Carámbula, 2002).

Su principal uso es para pastoreo en mezclas con gramíneas, a las cuales suministra grandes cantidades de nitrógeno fijado, en sus nódulos radiculares (Muslera y Ratera, 1984), o en mezclas con otras leguminosas como *Lotus corniculatus* buscando balancear la distribución de oferta de forraje y controlar el meteorismo (Ayala et al., 2010).

Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes al poseer tallos estoloníferos que enraízan en los suelos muy eficientemente (Carámbula, 2002).

Manejos controlados a fines de primavera que permite la semillazon y alivios durante el verano, particularmente en condiciones de estrés hídrico, favorecen su persistencia (Ayala et al., 2010).

La velocidad de rebrote después del pastoreo o corte depende del área foliar residual, que por ser tan postrado, es, en general, considerable (Ayala et al., 2010). Las defoliaciones solo afectan generalmente a las hojas y pedúnculos florales, no dañando casi nunca a los puntos de crecimiento, y presentando por su parte valor nutritivo elevado (Muslera y Ratera, 1984); es una de las leguminosas más productiva y persistente bajo condiciones de pastoreo intenso y continuo (Ayala et al., 2010).

El cultivar más difundido en Uruguay es Estanzuela Zapican, obtenido en La Estanzuela. Es un cultivar de hoja grande, erecta, con floración temprana y abundante, de alta producción con riesgo de meteorismo, utilizado tanto en sistemas lecheros como ganaderos intensivos. Sus cualidades más destacadas son su rápido establecimiento y excelente producción invernal. Tiene abundante semillazon que asegura un banco de semilla adecuados para los años de buena resiembra. Es un cultivar muy versátil y ha demostrado buena adaptación tanto en praderas convencionales como en mejoramientos extensivos (Ayala et al., 2010).

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación:

Cuadro No. 3. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Trifolium repens* cultivar Zapicán, expresado en kg/ha/año de MS.

	Año		
	1	2	3
Promedio	6944	10801	6481
Máximo	8856	15411	6481
Mínimo	4699	4835	6481

### 2.1.5 *Lotus corniculatus*

Leguminosas perenne estival con crecimiento a partir de corona, de la que se desarrollan tallos normalmente erectos. Posee un sistema radicular vigoroso de profundidad intermedia entre trébol rojo y alfalfa, formando por una raíz pivotante y ramificaciones laterales que le confieren gran resistencia a las deficiencias hídricas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Posee una buena adaptación a altas temperaturas de verano, que le permite una aceptable producción en esta estación; si bien no presenta reposo invernal, su producción es altamente dependiente de las condiciones imperantes en dicha estación (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Se adapta a una amplia gama de suelos en los cuales pueda ser capaz de desarrollar su extenso sistema radicular, lo que lo hace poco adaptado a suelos superficiales. Se ha destacado como la especie de mayor valor para reemplazar a la alfalfa en suelos más ácidos, en los cuales la producción de esta última se resiente, crece mejor donde el pH del suelo varía entre 6,4 y 6,6 (Hughes et al., citados por Langer, 1981).

En el Uruguay, su recomendación está dada para suelos profundos arenosos o pesados, así como para suelos ácidos, desgastados y pobres en fósforos (García, citado por Zanoniani y Ducamp, 2004). Su adaptación a suelos hidromorficos es ambigua, para algunos autores es buena (García, citado por Zanoniani y Ducamp, 2004), en cambio, para otros es escasa si se dan condiciones de drenaje imperfecto (Smethan, citado por Zanoniani y Ducamp, 2004). Sin embargo, es esperable que en estos tipos de suelos se dé una mayor probabilidad de ocurrencia de enfermedades de raíz y corona que limitaran la persistencia de las plantas, debido a la combinación de la mayor humedad de estas zonas con las altas temperaturas primavero-estivales de nuestro país (Zanoniani y Ducamp, 2004).

La tasa de crecimiento máxima ocurre durante mediados de verano, cuando las temperaturas coinciden más cercanamente con el óptimo para el crecimiento que se encuentra alrededor de 24°C (Mitchell, citado por Langer, 1981).

Presenta como característica fundamental el alargamiento en altura de los entrenudos formando lo que se conoce como tallo erecto; esto determina que la defoliación retire no solamente foliolos sino también meristemas apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte. A su vez, este alargamiento determina que las hojas más nuevas se encuentren en la parte superior del canopeo y que sean susceptibles a ser removidas por el diente animal, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de baja capacidad

fotosintética, siendo por lo tanto el rebrote en gran parte dependiendo de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Formoso, citado por Zanoniani y Ducamp (2004), destaca como fundamental en esta especie el manejo de la frecuencia e intensidad del pastoreo, indicando que manejos muy frecuentes (alturas previas de 10-12cm) y muy intensos (3cm) determinan una baja producción y longevidad de las plantas, siendo el manejo realizado en el verano, el determinante en disminuir la persistencia de las planta. En estas condiciones la disminución de la intensidad de corte a 6cm permitiría un mejor comportamiento productivo.

Las mayores producciones y longevidad se obtiene, según ese autor, cuando se manejan cortes menos frecuentes (alturas previas de aprox. 20cm) e intensidades entre 3 y 6 cm. Se debe considerar que si bien esta especie, al igual que otras, posee una gran resistencia y adaptación a diversas combinaciones de manejo, los pastoreos demasiados frecuentes e intensos durante todo el año determinan que se sobrepase el límite de plasticidad de la especie, conduciendo a una pérdida de plantas y menores persistencia de la pastura (Zanoniani y Ducamp, 2004).

La mayor dependencia del área foliar remanente para el rebrote se daría en aquellos casos en los cuales la pastura se maneja mediante defoliaciones frecuentes (aprox.2 días) y con rastrojo de mayor altura (15cm), dado fundamentalmente por escasa posibilidad de acumular reservas bajo circunstancia (Zanoniani y Ducamp, 2004).

El rebrote proviene de las yemas axilares situadas en los propios tallos en su parte inferior. De ahí que el pastoreo ni puede ser muy severo, pues reduciría considerablemente los puntos de crecimiento (Muslera y Ratera, 1984).

Tiene buena producción de semillas y excelente resiembra de esta especie bajo pastoreos racionales.

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación:

Cuadro No. 4. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel, expresado en kg/ha/año de M

	Año		
	1	2	3
Promedio	4495	10406	3527
Máximo	6555	15971	7067
Mínimo	2319	5050	550

## 2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Al constituirse una mezcla, se crea una población artificial en la cual las plantas de una especie no solo se relacionan entre sí, sino a su vez con otras especies (Santiñaque, 1979).

Como resultado de esta asociación artificial de especies y de los atributos de cada una de ellas en particular, se produce un proceso completo de interferencia que puede conducir en alguno de los siguientes resultados: mutua depresión, depreciando una de las especies en beneficio de otras, mutuo beneficio y por último falta de total interferencia (Carámbula, 2002).

Según Carámbula (1977), el objetivo más importante es obtener de estos cultivos los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando al mismo tiempo en forma eficiente las principales bondades que presentan las gramíneas y las leguminosas.

### 2.1.1 Importancia de las mezclas forrajeras

Las mezclas forrajeras permiten: compensar variaciones de suelo clima y manejo, alargar el periodo de producción con una variación interanual menor, utilizar de manera flexible el forraje producido, permiten entregar el forraje de manera más uniforme a lo largo de todo el año, además de presentar niveles altos de materia orgánica digestible por periodos más prolongado; y según sea ajustada la proporción de gramíneas y leguminosas, se favorece un mayor consumo balanceado por parte de los animales (Carámbula, 2002).

El propósito al instalar una pastura, es 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, 2002).

Según Carámbula (2002), algunos autores sostienen que no existe evidencias que las mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros (Rhodes); mientras que otros afirman que una combinación de especies forrajeras y/o cultivadas deberían de ser más eficientes para utilizar los recursos ambientales disponibles, que cada especie o cultivar sembrado puro (Jones et al., Rhodes, Harrys y Lazenby).

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

Sin embargo, se debe tener en cuenta que al fijar las especies componentes de una mezcla, no solo interesa obtener los rendimientos máximos en cada una de ella, sino los menores riesgos de enmalezamientos y el mayor valor nutritivo del forraje, mediante una entrega mejor balanceada del mismo (Carámbula, 2002).

Se puede mencionar que la condición por la que una mezcla podría incrementar el rendimiento anual, sería el hecho de que las especies con diferente ritmo de crecimiento cambien el orden de dominación durante la estación de crecimiento (Van den Borgh, Lazenby, citados por Santiñaque, 1979) de tal forma que sus ciclos de crecimiento se superpongan lo menos posible, minimizando la competencia (Santiñaque, 1979).

Santiñaque y Carámbula (1981), evaluando una mezcla complementaria de festuca, trébol blanco, *Paspalum dilatatum* y lotus, encontraron que cada componente de la mezcla rindió igual que si hubiesen estado por separado (sin competencia).

#### 2.1.2 Componentes de una mezcla

La necesidad de que las pasturas estén formadas por especies de distintas familias tiene varias razones, ya que ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura, y por consiguiente, con la mezclas ambas se complementan de manera más productiva y rentables (Carámbula, 2002).

Las gramíneas aportan: productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variabilidad de suelos, facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, explotación total del nitrógeno simbiótico, estabilidad de la pastura (en especial si son perennes), baja sensibilidad al pastoreo y corte, baja susceptibilidad a enfermedades y plagas, y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas (Carámbula, 2002). Las leguminosas por su parte, son dadoras de nitrógeno al componente gramínea asociado (Santiñaque, 1979), tienen mayor porcentaje de proteína bruta que las gramíneas y a igual digestibilidad las leguminosas presentan mayor consumo por parte del animal, por lo tanto incrementan el valor nutritivo del forraje (Scheneiter y Pagano, 1998).

En las mezclas las especies pueden compensar su crecimiento frente a diferentes factores climáticos, edáficos y de manejo, manteniendo no solamente en forma más homogénea los rendimientos en ciertas épocas del año, sino también alargando el período de productividad de las pasturas y confiriéndole una mayor flexibilidad en su utilización (Blaser et al., citados por Carámbula, 1977).

Una pastura puede ser destinada a diferentes situaciones: a) producir forraje en ciertas épocas del año, ser temporaria o permanente, formar parte de rotaciones cortas o largas, utilizarse como pastoreo directo, henificación, ensilaje o corte (Carámbula, 2002), por lo tanto de esto va a depender las especies a utilizar en la mezcla.

Pasturas formadas por gramíneas puras sin ser fertilizadas con nitrógeno presentan serias limitaciones después del primer año, pero la presencia de una leguminosa asociada permite incrementar ampliamente la producción de forraje de la mezcla, como lo demuestra la inclusión de trébol blanco en una pastura de festuca (Scheneiter y Pagano, 1998).

Con la inclusión de dicha leguminosa, la calidad de la mezcla (en términos de digestibilidad) es superior a la de la gramínea pura y la magnitud de la diferencia depende del porcentaje de la leguminosa y de la época del año. El trébol blanco presenta un promedio de aprox. un 70 % de digestibilidad en prácticamente todo su ciclo; por su parte, la festuca, evidencia alta calidad hasta mediados de primavera, posteriormente se recupera durante el otoño y el invierno.

La digestibilidad de la mezcla presenta valores semejantes, aunque levemente mayores, a los de la festuca entre mediados de la primavera y el fin del verano y a los del trébol blanco durante el otoño e invierno (Scheneiter, 2005).

En el caso de utilización de leguminosas puras, la presencia de una gramínea perenne puede promover incrementos entre un 10 y 20% sobre el forraje ofrecido por la leguminosa pura, por ejemplo, cuando la alfalfa es sembrada en mezcla con festuca, la mezcla acumuló un 17% más de forraje que la alfalfa pura, fuera fertilizada o no (Carámbula, 2002).

Estudios realizados en EEA Pergamino, muestran que cuando se reemplaza la gramínea perenne que se siembra con la alfalfa, por otra, como festuca, dactylis o falaris, la acumulación anual no cambia sustancialmente; en cambio, la velocidad de pérdida de plantas de alfalfa es mayor con festuca que con dactylis o falaris (Scheneiter, 2005); demostrando que la elección de la gramínea es fundamental en determinar la longitud de vida del banco de proteínas basado especialmente en la leguminosa (Carámbula, 2002).

Carámbula (2002) hace referencia a que la inclusión de trébol blanco y lotus asociados a una gramínea, es las más comunes en la región, ya que se trata de una mezcla de gran adaptación a diferentes condiciones de clima, suelo y manejos del pastoreo; generalmente presenta buen comportamiento y versatilidad.

Al tratarse de dos especies de distinto género, presentan distintas susceptibilidades a plagas y enfermedades, por lo tanto la mezcla actúa de barrera natural de defensa. Otra ventaja, es que la presencia de lotus reduce las posibilidades de problemas de meteorismo en el ganado (Carámbula, 2002).

En cuanto al aporte de nitrógeno que hacen estas especies, ambas entregan cantidades similares de nitrógeno, difieren en la forma en que lo liberan (Carámbula, 2002).

La vida productiva de ambas especies en una pastura está condicionada por un proceso eficiente de formación y enraizamiento de estolones hijos en trébol blanco y al reclutamiento de plantas nuevas como consecuencia de una resiembra natural en ambas especies (Carámbula, 2002).

### 2.1.3 Dinámica de las mezclas

El número de especies puede variar, desde las mezclas ultrasimples, constituidas por una leguminosa y una gramínea hasta aquellas mezclas complejas formadas por varias especies de ambas familias (Carámbula, 2002).

Las mezclas ultrasimples pueden ser invernales o estivales. Un ejemplo de una mezcla ultrasimple invernal es la mezcla de festuca-trébol blanco, ambas perennes de ciclo otoño-invierno-primaveral. La desventaja que presenta este tipo de mezcla es que la desaparición de alguna de las especies transforma a la pastura en un cultivo puro de baja densidad y fácilmente invadido por malezas y pastos de bajo rendimiento (Carámbula, 2002).

Para lograr el máximo aprovechamiento con el uso de mezclas simples, la mezcla debe estar compuesta por pocas especies, con características similares y bien adaptadas al ambiente en donde crecen.

Una mezcla simple complementaria consiste en agregar a una ultrasimple invernal una especie de ciclo estival. Al usar una especie de ciclo complementario permite ampliar el período de pastoreo o distribuir mejor la entrega de forraje a lo largo del año (Carámbula, 2002), con la inclusión de especies estivales, el porcentaje de malezas que presentan es marcadamente inferior, ya que ocupan el lugar de las malezas, aumentando la producción estival de las pasturas, y probablemente también su persistencia (Santiñaque y Carámbula, 1981).

La producción estacional de las mezclas netamente otoño-invierno-primaverales es conveniente complementarla con una gramínea o una leguminosa estival (Carámbula, 2002).

En suelos pobres se debería favorecer a la fracción leguminosa y en los ricos a la fracción gramíneas (Carámbula, 2002).

La presencia en estas mezclas de una gramínea perenne resulta sumamente favorable ya que estas ocupan los espacios a medida que la pastura envejece y la leguminosa se va raleando, lo que impide la invasión de malezas y reduce los riesgos de erosión; y además de existir una falla en las leguminosas acompañantes, ya sea por una mala implantación o por un mal manejo, el productor puede fertilizar a la gramínea con un fertilizante nitrogenado y aún obtener altos rendimientos (Carámbula, 2002).

El hecho de que en general, en el segundo y tercer año de una pastura las leguminosas dominen las mezclas, es lo que determina la mayor producción de materia seca en estos años, promoviendo mayor producción animal aunque con riesgos de meteorismo incrementados (Carámbula, 2002).

Esta superioridad de las leguminosas si bien tiene sus aspectos positivos, también es cierto que conduce a pasturas de bajas persistencias, dado que una vez incrementado el nivel de nitrógeno en el suelo y teniendo en cuenta la vida corta de las mismas, determina la invasión de especies menos productivas y mejor adaptadas (Carámbula, 2002).

En suelos pocos fértiles, con disponibilidad baja de nitrógeno, la producción total de la mezcla está determinada por la contribución que haga una de las leguminosas que la componen. Mientras que en suelos fértiles o promocionados, las mezclas se presentan balanceadas. Este comportamiento ha sido afirmado por los autores Bautes y Zarza (1982), quienes en su trabajo registraron un incremento más rápido de las gramíneas en suelos más fértiles (Carámbula, 2002).

Las mezclas presentan distintos niveles de enmalezamiento dado fundamentalmente por el aumento de la fertilidad en suelo que aporta la leguminosa y especialmente por los espacios libres que dejan estas últimas, al disminuir su población en la época estival a medida que avanza la edad de la pastura (Carámbula, 2002).

La mezcla que incluye la festuca, alcanza la máxima producción al segundo o tercer año y luego disminuyen los rendimientos progresivamente, tanto más rápido cuanto más gramilla se tenga en la chacra. Durante el primero y segundo año los aportes de forraje de la festuca son bajos, contribuyendo mayoritariamente a la producción anual la fracción de leguminosas. Del 3er. año en adelante festuca comienza a adquirir relevancia productiva como integrante de la asociación y las leguminosas a perderla. Al 4to. y 5to. año la presencia y aporte de la festuca es tal que se llega a una situación de festucal. La gramilla a partir del verano del tercer año comienza a adquirir relevancia y durante el 3º y 4º año la asociación se transforma en una mezcla de festuca más gramilla con muy poco contenido de leguminosas, y estas con muy bajos aportes productivos, consecuencia de la interferencia de las gramíneas (Formoso, 2010).

## 2.2 PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.2.1 Regulación del consumo en animales a pastoreo

El consumo voluntario es determinante en la producción animal, pues es uno de los factores que determina el aporte de nutrientes para satisfacer las necesidades de mantenimiento y producción. El mismo puede estar regulado por agentes físicos, fisiológicos, psicogénicos (Forbes, 1995) y dependen de aspectos vinculados al animal, al alimento, a las condiciones de alimentación y al medio ambiente (Mertens, 1994).

La cantidad de alimento que un animal puede consumir es el factor más importante en determinar la performance animal. La producción animal, depende de un 70% del consumo y en menor proporción (30%) de la eficiencia con que digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, citado por Chilbroste, 1998).

La producción de calor limitaría el consumo bajo condiciones de estrés calórico (Forbes, 2003).

Forbes (2003) en su revisión plantea la teoría de la regulación del consumo por “el mínimo discomfort”, donde los animales se esfuerzan por reducir al mínimo dicho malestar. El “discomfort” aumenta con el exceso o deficiencia de un nutriente, con la distensión del estómago o de los intestinos, con presiones sociales, entre otros. Cada uno de estos factores, ubican fuera de los valores considerados “óptimos” generan lo que este autor denomina “discomfort” y la suma de ellos contribuyen a un grado de “discomfort total” el cual interviene en la regulación del consumo.

La producción en nuestros rodeos vacunos y ovinos está fuertemente influenciada por la cantidad y la calidad del forraje ofrecido. En estos sistemas pastoriles, el consumo de forraje depende de diferentes factores, dentro de los cuales se destacan: la disponibilidad por hectárea, la calidad del mismo y dotación, entre otros (Rearte y Santini, 1989).

En animales a pastoreo, cuando la cantidad de forraje es baja, en términos de kg MS/ha, el consumo es limitado por el comportamiento ingestivo del animal a través de limitaciones en el peso de bocado, la tasa de bocado (número de bocados por minutos) y/o el tiempo de pastoreo (Cangiano, 1997). Otros factores que pueden estar involucrados en el consumo de forraje están relacionados con el animal, la pastura, el manejo, y el ambiente. Con respecto al animal, se puede citar la edad, el peso, el estado de preñez o de lactancia, el nivel de producción y la condición corporal; en relación a la pastura, la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad de forraje y grado madurez; en lo referente al manejo, la cantidad de forraje por animal y por día, la suplementación, la fertilización y el sistema de pastoreo; y con respecto al ambiente, la

temperatura, la humedad, el fotoperíodo, la velocidad del viento, entre otros (Cangiano, 1997).

Cuando la cantidad de forraje ofrecido no es limitante, los factores que empiezan a determinar el consumo son nutricionales, como la digestibilidad, el tiempo de retención en el rumen y la concentración de productos metabólicos (Cangiano, 1997).

Un aspecto que podría estar implicado en la regulación del consumo de animales consumiendo pasturas de baja calidad sería el nivel de N en la dieta. Este tipo de forraje podría ser deficientes en N u otros nutrientes, lo que retardaría la digestión ruminal debido a que los requerimientos nutricionales de la microflora ruminal no serían satisfechos (Van Soest, 1994).

### 2.2.2 Algunas generalidades sobre producción animal

*“El porcentaje de utilización de forraje en un pastoreo rotativo se relaciona en forma negativa con el consumo por animal, así como también con la eficiencia de conversión del forraje en producto animal”* (Cangiano, 1997).

### 2.2.3 Relación entre consumo - disponibilidad – altura

Laca et al., citados por Cangiano (1997), demostraron que el peso del bocado fue afectado por la altura y por la densidad de la pastura. Frente a una misma cantidad de forraje, los novillos lograron obtener mayores pesos de bocado en pasturas altas y ralas que en las bajas y densas.

El peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo del animal con mayor efecto en el consumo y la altura de la pastura tiene mayor incidencia respecto a otras características en el peso de bocado (Hodgson, citado por Cangiano, 1997)

Cuando disminuye la altura de la pastura, en compensación, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado tienden a aumentar hasta un cierto valor crítico, por debajo del cual dicha compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo diario (Hodgson, citado por Cangiano, 1977).

Según Wade, citado por Cangiano (1997), en un experimento con raigrás perenne encontró que la altura de la pastura, por sí misma, no fue determinante del consumo ni de la producción animal, sino que el factor determinante fue la altura de la lámina libre.

*“Especies de habito erecto que pueden ser defoliadas con facilidad y casi totalmente, como alfalfa, lotus, trébol rojo, dactylis y cebadilla, tienen menos desarrollados los mecanismos de homeostasis. Por lo cual, para no perjudicar a este tipo de plantas, es necesario retirar los animales y esperar que aquellos recompongan*

*su área foliar y sus reservas, con un periodo de descanso largo. Se ha encontrado que dentro del rango de cargas normalmente utilizadas en pasturas de raigrás y trébol blanco (del tipo de foliolos pequeños), la producción neta de la pastura no parece ser muy afectadas por la carga” (Cangiano, 1997).*

Para que la pastura logre la máxima producción por hectárea se debe evitar una defoliación severa para que no afecte negativamente el crecimiento de la pastura, pero que a su vez sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Cangiano, 1997).

*“En respuesta a la disminución en la cantidad de forraje que cada individuo obtiene al aumentar la carga, la producción por animal disminuye con el transcurso del tiempo. Tal disminución es compensada por el incremento de producción por unidad de superficie. A medida que la carga sigue aumentando, la disminución de las ganancias por animal es de tal magnitud que comienza a limitar la producción por hectárea” (Mott, Heitschmidt y Taylor, citados por Cangiano, 1997).*

Según Cangiano (1997), la carga óptima puede ser definida como la que maximiza la cosecha de energía y la eficiencia de conversión del forraje producido, en forma sustentable en el tiempo.

Raymon, citado por Moliterno (2002), plantean que para obtener un alto consumo del forraje producido y que a la vez se logren producciones individuales de los animales relativamente altas, el realizar pastoreos con secuencias de categorías, entrando aquellas con altos requerimientos nutricionales, siendo seguidas por aquellas con menores requerimientos, oficiando como “limpiadoras” de la pastura.

*“Tanto los bovinos como los ovinos prefieren las hojas a que los tallos y materiales verdes y/o jóvenes antes que los tejidos muertos o maduros” (Cangiano, 1997).*

Moliterno (2002), comenta que a medida que aumenta la carga animal la disponibilidad de forraje cae, la competencia entre los animales aumenta, y por lo tanto la oportunidad de estos de seleccionar las mejores partes de las pasturas se reduce, determinando una reducción en el consumo.

Hodgson y Wade, citados por Cangiano (1997) concluyeron que el efecto de la frecuencia de defoliación deprime la acumulación de forraje sólo cuando la misma es inferior a 14 días.

Para ejemplificar la magnitud del efecto de la reducción de la disponibilidad en el consumo, se realizó la estimación de la ganancia diaria de novillos de 300 kg de peso, asumiendo que el consumo potencial del animal es de 3% de su peso vivo y que la pastura consumida tenía 65% de digestibilidad. Se observó que con una disponibilidad de 750 kg solo se cubre los requerimientos de mantenimiento, tasas de ganancias

adecuadas para engorde de novillos superiores a los 800 gr se obtienen con disponibilidades mayores a los 2000 kg MS. El máximo consumo se corresponde a una disponibilidad de forraje de 2500 kg/ha con una ganancia animal de 1080 gr (Chaira y Zarza, citados por Moliterno, 2002).

Chilibroste et al. (2005), comprobaron en el total del periodo 2003/2004 que el mejor desempeño por unidad animal se dio con 4 animales por hectárea y no con la menor carga de 3 animales por hectárea, lo cual podría explicarse por las diferencias en la cantidad de forraje verde, estructura de la planta e ingestión de nutrientes, por lo que la cantidad de forraje senescente es menor cuando la carga es mayor.

Hodgson (1990) trabajando con terneros, obtuvo que la ganancia de peso vivo tuviera más relación con el peso del forraje residual que con la altura del tapiz pastoreado.

En rechazos bajos se da la existencia de una elevada proporción de material muerto y tallos, con alto contenido de carbohidratos estructurales y menor digestibilidad redundando en una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales en pastoreo (Blaser et al., Taiter, Scott et al., Nicol, citados por Bianchi et al., 1982).

Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), afirma que la tasa de consumo de materia seca aumenta hasta asignaciones de forraje de 10 kg MS/100 kg PV aproximadamente. Incrementos en la oferta por encima de este valor no provocan aumentos en la tasa de consumo.

Según Cabrera et al. (2013), concluyeron que es posible mantener 3.3 animales/ha y obtener ganancias media diario de 0.740 kg/animal y producir hasta un máximo de 179 kg/ha de peso vivo animal sin comprometer la producción y persistencia de la pastura en el corto plazo.

## 2.3 EFECTOS DEL PASTOREO SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE

### 2.3.1 Aspectos generales del pastoreo

Según Hodgson et al., citados por Pando (2010) las plantas forrajeras son entidades dinámicas en las cuales los procesos de producción y pérdida de tejido ocurren en forma simultánea y casi continua. Los efectos del manejo sobre la acumulación neta de forraje pueden operar a través de su influencia sobre la tasa de crecimiento y la tasa de pérdida o sobre ambas.

Brougham (1956) demostró que la productividad de una pastura puede estar influida por la severidad de la defoliación, siendo más importante el efecto en determinados momentos del año. A esto Carámbula (1992), agrega que un buen manejo

de las pasturas debe considerar las variaciones climáticas, pero sobre todo, los cambios morfológicos que en cada estación presentan las especies.

De ahí entonces, que Carámbula (2007b) menciona que para realizar el manejo inteligente de una pastura con propósitos definidos, se requiera un ojo agudo y un conocimiento completo de las plantas que lo componen. Con el fin de mantener las pasturas con persistencia productiva, así como conocer cuando sacrificarlas eventualmente en favor de los animales o cuando aceptar efectos negativos pasajeros en los animales, para lograr posteriormente mayores beneficios de las pasturas de acuerdo con el propósito planificado.

El crecimiento de una plántula a partir de la semilla y su crecimiento posterior, así como el crecimiento de una planta luego de haber recibido un pastoreo o corte sigue una curva sigmoidea. En ella es posible distinguir tres etapas diferenciadas: una primera etapa de crecimiento lento, una etapa de intermedio crecimiento rápido y una etapa final de escaso crecimiento (Carámbula, 2007b).

Cuando se permite crecer la pastura hasta la etapa intermedia de crecimiento, se logra una mayor productividad durante los tiempos de descanso. De esta forma, debe ser mantenida, como regla general, en el tramo de crecimiento de rebrote rápido (Carámbula, 2007b).

Según Carámbula (2007b), el tiempo requerido entre dos pastoreos para producir la misma cantidad de forraje, podría decirse que es el doble en invierno y verano que para primavera y otoño.

Parsons y Penning (1988), midieron que la tasa media de crecimiento (las hojas más tallos) en la primavera, era típicamente mayor que en verano o en otoño. En otoño, sin embargo, la disminución de la energía de la luz y la fotosíntesis agravan los efectos crecientes de la tasa de mortalidad por lo que la tasa media de crecimiento disminuye (potencial de rendimiento).

En praderas bajo cortes o pastoreo es necesario recargar en el momento del alargamiento de los entrenudos, ya que al ser eliminado por el diente las yemas apicales en estado reproductivo, se lograra anular el efecto depresivo que estas ejercen sobre el proceso de macollaje, por lo que se consigue ampliar la temporada de pastoreo. Con dicho manejo habrá menos problemas de rebrote y mayor calidad de la pastura, pero esto se logrará sacrificando forraje, ya que se obtendrá menos rendimiento total (Carámbula, 2007b).

### 2.3.2 Efecto de la defoliación

La producción de forraje en las praderas se puede incrementar, mediante el manejo eficiente de diferentes estrategias de defoliación, al reducir o incrementar 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 (Velasco et al., 2005).

La defoliación produce disminución en la velocidad de aparición de macollas al alterar el balance de hidratos de carbono-auxinas (Carámbula, 2007b), además Chapman y Lemaire, citados por Cullen et al. (2006), mencionan que se reduce la capacidad fotosintética de las plantas e interrumpe el suministro de hidratos de carbono. Ante este estrés, las plantas reaccionan poniendo de manifiesto una “capacidad interna” mediante la cual ordenan y prioriza diversos procesos, de forma continua en el espacio y en el tiempo, por un sistema” central de regulación” (Chapin, citado por Formoso, 1995). Este sistema de “señales “determina un nuevo reordenamiento interno de las mismas donde se establece una priorización dentro de los meristemas refoliadores. En este sentido se estimulan y/o activan en primera instancia, aquellos que son más eficientes energéticamente en desarrollo de área foliar (Formoso, 1995).

La capacidad de una planta para hacer frente a la defoliación (resistencia a la defoliación) se determina por su capacidad de evitar y/o de tolerar la defoliación (Briske, citado por Cullen et al., 2006). Los mecanismos para evitar son, la adaptación de la hoja; tamaño y ángulo del tallo, que reducen la probabilidad y/o la severidad de la defoliación. Los mecanismo de tolerancia para promover la recuperación de la defoliación, incluyen la retención de los meristemas, removilización de hidratos de carbono, y el intercambio de recursos entre partes de la planta (Cullen et al., 2006).

El rebrote de las gramíneas perennes proviene del crecimiento vegetativo y la aparición de nuevos tallos, y este proceso es influenciado por factores climáticos, hormonales (auxinas y citoquininas), competencia entre tallos, disponibilidad de nutrientes (principalmente de nitrógeno), reservas de carbohidratos en tallos y raíces y área foliar remanente (Velasco et al., 2005).

La capacidad de rebrote de una pastura luego del pastoreo depende del área foliar remanente y de la capacidad fotosintética de la misma, a su vez esta última depende de la luminosidad y de la temperatura. Cuando el área foliar se desarrolla en condiciones de baja luminosidad y temperatura, el área remanente es de baja eficiencia fotosintética, sucediendo lo contrario en condiciones opuestas (Nabinger, citado por Foglino y Fernández, 2009).

Según Carámbula, citado por Fariñas et al. (2010), es fundamental conocer los eventos que se suceden en la formación de macollos, tallos y hojas, y de los factores que

los afectan; se podría decir que el rendimiento de una pastura proviene de dos fuentes principales, del número de macollas y tallos por área de pastura y, del peso individual de cada macolla.

En los macollos vegetativos se desarrollan hojas y vainas a partir de yemas laterales, quedando por lo general próximo al suelo. Una defoliación moderada generalmente remueve las partes más viejas de las hojas, (el extremo) sin afectar a las hojas que están emergiendo dentro de las vainas (Carámbula, 2007b).

Según Velasco et al. (2005), con defoliaciones frecuentes, la pradera no alcanza el índice de área foliar óptimo y en consecuencia las plantas reciben un alto cociente de luz roja/ roja lejana que resulta de la formación de planta con hojas cortas y una alta densidad de tallos. Por el contrario, con intervalos más largos la competencia por luz entre plantas aumenta continuamente, y cada defoliación implica un cambio en la calidad e intensidad de la luz que intercepta, por lo que las plantas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos.

Una defoliación severa ocasiona reducción del rendimiento de forraje, ya que se disminuye, la densidad y peso de macollos, el índice de área foliar (IAF), la longevidad individual, la eficiencia fotosintética de las hojas y las reservas de carbohidratos (Richards, Hodgson, Lemaire y Chapman, citados por Pando, 2010).

Esto lleva a las plantas a desarrollar hojas con vainas más cortas, cuyas lígulas están posicionadas justo debajo del nivel del corte y cuya lámina se vuelve más horizontal, llevando al tapiz a mantener material de hoja verde por debajo del horizonte de pastoreo. Esta respuesta de la planta es totalmente reversible, cuando cesa la defoliación o cuando se vuelve menos frecuente. El largo de las vainas de las hojas sucesivas aumenta gradualmente y alcanza su valor inicial, acompañado por láminas más largas y más erectas (Lemaire, citado por Agustoni et al., 2008).

Según Velasco et al. (2005), en este tipo de defoliaciones, se reduce la disponibilidad de fotosintatos en los tallos, que crea un desbalance entre fuente - demanda; se modifican las prioridades de asignación de C y N en los mismos, que se dirige a promover de manera preferente el crecimiento de los componentes aéreos, primer paso para la recuperación de las plantas; el abastecimiento ocurre principalmente hacia las zonas de crecimiento de los tallos y, en menor grado, hacia las raíces. Es por esto que cuando las plantas son sobre-pastoreadas se produce una reducción considerable en los sistemas radiculares (Troughton, citado por Carámbula, 2007a).

La función de raíz se reduce pocas horas después de un evento de defoliación severa (Richards, citado por Cullen et al., 2006). Westbrooks y Tesar, citados por Olmos (2004) mostraron que en la medida que la defoliación era más intensa y frecuente, se reducía el número de raíces pivotantes en una pastura.

Las reservas de hidratos de carbono almacenados son importantes durante los primeros días de rebrote, después de lo cual fotosintatos se convierte en la fuente principal de carbono (C) (Richards, Donaghy y Fulkerson, citados por Cullen et al., 2006).

Durante el rebrote no sólo habrá cambios en las tasas de los principales procesos fisiológicos involucrados en la acumulación de forraje, también habrá cambios en la relación entre ellos (Parsons y Penning, 1988). El rebrote en este caso, depende del crecimiento de las hojas que todavía no emergieron de las vainas (Carámbula, 2007b).

Si las reservas de carbono (C) se vuelven escasos, debido a sombreado o se produce una defoliación severa ocurre muerte de macollo y de plantas (Cullen, 2006).

Se ha citado que el macollaje es más rápido una vez alcanzado un techo de 3,5 hojas por macolla bajo pastoreo. El alto nivel de carbohidratos solubles en este estado de crecimiento evidentemente promueve la iniciación de nuevas macollas. Esta hipótesis concuerda con observaciones de una relación positiva entre el nivel de carbohidratos solubles en las vainas de festuca, el macollaje y peso de macollas; una defoliación más frecuente puede reducir el crecimiento de las hojas al retrasar el crecimiento radicular (Fulkerson y Slack, 1994).

Con defoliaciones ligeras por un periodo prolongado, la acumulación de materia seca puede aumentar debido a la alta tasa de senescencia y descomposición de las hojas inferiores, como consecuencia del auto-sombreo (Lemaire y Chapman, citados por Pando, 2010). Según Langer (1981), con remanentes altos, existe una cantidad de factores que contribuyen al menor rendimiento; el rastrojo consiste en material vegetal más viejo, de menor eficiencia fotosintética, por otra parte los tallos, hojas y macollos tienen una duración máxima de vida limitada y una proporción de ellos mueren y ocasionan una pérdida de MS antes que se realice el corte siguiente. El material vegetal muerto o senescente del rastrojo intercepta luz y por lo tanto absorbe inútilmente energía luminosa, sombreando a las hojas verdes y reduciendo la tasa de rebrote. La iniciación de tallos de macollos, también se enlentece mediante este sombreado.

Según Cangiano (1997), si luego de la defoliación queda suficiente área fotosintética para compensar las pérdidas por respiración del forraje remanente, la planta comienza a acumular tejidos; por el contrario, si luego de la defoliación queda muy poco tejido fotosintético, la planta estará con un balance de carbono negativo y necesitará carbono de otras fuentes (reservas), para formar nuevas hojas, por lo cual experimentará inicialmente una pérdida de peso.

A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas en consecuencia se recuperan más

rápidamente. Dentro de las gramíneas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados (Carámbula, 2007b).

Resulta imprescindible que las plantas entren a los periodos de estrés, reposo o latencia (invierno o verano según ciclo), con un nivel apropiado de sustancias de reserva, ya que una defoliación severa antes de dichos periodos puede afectar la sobrevivencia y el rebrote, cuando se presenten nuevamente condiciones favorables para el crecimiento (Carámbula, 2007b).

En trébol blanco, los efectos de la defoliación producen un patrón similar de respuesta al sombreado en la planta; el cambio en la tasa fotosintética lleva a diferencias en el balance de C. La primera restricción al patrón de distribución de asimilados, ocurre con el C destinados a las raíces, en segundo lugar hacia los estolones, luego en ramas y en el caso más extremo dando absoluta prioridad al punto de crecimiento en el ápice del estolón (Chapman y Robson, Chapman et al., Chapman y Hay, Kemball y Marshall, citados por Olmos, 2004).

Así Carlson, citado por Carámbula (2007b) demostró que en trébol blanco la defoliación provocaba disminución en la velocidad de aparición de hojas nuevas, lo que a su vez poseían peciolo más cortos y menor peso seco, aunque mostraba menor rapidez para abrir sus folíolos.

Bryant et al., citados por Almada et al. (2007), reportan 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 periodos de descanso, generando mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

Langer (1981), menciona en su trabajo, que el pastoreo es el principal factor determinante del balance entre especies. En una mezcla de una gramínea y trébol blanco, un pastoreo intenso durante el periodo primaveral seguido de un pastoreo moderado resulta en una oscilación hacia el predominio del trébol blanco, mientras que un pastoreo aliviado en la primavera cuando las gramíneas crecen a una tasa máxima, resulta en el predominio de las gramíneas.

Ayala et al., citados por Almada et al. (2007) lograron mayores volúmenes de biomasa cosechada de *Lotus corniculatus* con defoliaciones poco frecuentes y encontraron una fuerte relación negativa entre la producción de biomasa de lotus y la producción de biomasa de gramíneas de ciclo primavera-estival.

### 2.3.2.1 Efecto sobre el IAF óptimo, peso de macollos y relación raíz: tallo

Según Holmes, citado por Acle y Clement (2004), el indicador más preciso de la productividad de la pastura, como también el comportamiento ingestivo de los animales bajo pastoreo, es el índice de área foliar promedio.

El IAF óptimo de una pastura se alcanza en el punto donde el crecimiento es máximo y a partir del cual comienza el decrecimiento, (Blaser, citado por Carámbula, 1977), por descomposición y pérdida de material (Carámbula, 1977).

Langer (1981), menciona que en otoño e invierno los niveles de luz son bajos, el IAF óptimo de la pastura por lo tanto es menor; los rendimientos máximos también son más bajos, pues el sombreado y la senescencia ocurren más temprano.

La mayor importancia del IAF remanente se da en períodos críticos como es el verano, ya que ésta actuará como una bomba de succión permitiendo utilizar mejor el agua del suelo y proveerá una mayor superficie fotosintetizante, lo que permitirá elevar las cantidades de metabolitos aún con bajos niveles de humedad. Si bien en estas condiciones se cierran los estomas y se dificulta en parte el intercambio de CO<sub>2</sub>, el proceso de fotosíntesis es menos afectado que los de diferenciación y expansión celular (las plantas crecen poco o nada pero siguen fotosintetizando) (Laster et al., citados por Carámbula, 2007a).

Según Velasco et al. (2005), la tasa de crecimiento es más sensible a las temperaturas que las tasas de fotosíntesis y expansión de hojas, aparición de tallos y estolones y el crecimiento de las raíces.

Según Formoso, citado por Bianchi et al. (2012), en general, a medida que las temperaturas aumentan, los gastos originados por respiración aumentan en mayor dimensión y más rápido que la fijación de energía. Como resultado de esto, el balance neto de energía que le queda a las forrajeras para el mantenimiento, crecimiento, desarrollo y almacenamiento de reservas es menor. Esta situación se agrava si además se suman periodos de deficiencia hídrica.

Carámbula (2007b) afirma que para la formación de macollos se requieren mayores cantidades de sustancias de reservas que para la formación de hojas. Parsons y Penning (1988), determinaron que el peso del macollo se incrementa, con duración de rebrotes más largos en primavera y verano pero en general, los macollos contribuyen mucho menos a la disminución del peso neto durante el pastoreo en comparación con lámina.

Según Cullen (2006) la defoliación, *dactylis* y *Lolium Perenne* mostraron una relación raíz: tallo más baja, seguida de festuca, mientras que *phalaris* fue la más alta.

### 2.3.3 Efectos sobre la persistencia de la pastura

En general la población de plantas de las especies sembradas disminuye luego del año de siembra, la producción alcanza un máximo en el segundo y tercer año en que las plantas son más vigorosas, luego comienza un proceso de decadencia en que las plantas se fragmentan en clones y tienden a desaparecer. Esta sucesión será tanto más rápida cuanto más irracional sea el manejo que se aplique (Carámbula, 2007b).

En el caso de las especies perennes, la persistencia debe favorecerse básicamente por un manejo de pastoreo que permita la aparición de nuevas unidades de crecimiento, mediante el mantenimiento de procesos activos de macollaje y de formación de tallos, rizomas y estolones. No obstante, en ciertas especies y bajo determinadas circunstancias se debe permitir que se cumpla también y de la mejor manera posible el proceso de floración-fructificación (Carámbula, 2007b).

Bianchi et al. (2012), presentan resultados de Formoso donde menciona que durante una sequía estival el lotus y la festuca detienen su crecimiento casi totalmente para no comprometer la cantidad de plantas, priorizando así la supervivencia y manteniendo un área de hojas al mínimo para mantenerse con vida. Ambas especies, retoman su ritmo normal de crecimiento cuando restablece el régimen hídrico

### 2.3.4 Efecto del animal sobre la pastura

#### 2.3.4.1 Carga

El manejo de la carga animal constituye la variable a considerar en la interacción pastura animal, la oferta de forraje (OF) nos permite regular la misma para obtener una adecuada productividad animal y una buena persistencia productiva de la pastura (Zanoniani, 2010).

Al referirse a sistemas de pastoreo muy frecuentemente se piensa en cercas, divisiones, parcelas, carga por hectáreas o instantánea; índices y parámetros que se utilizan en los métodos de aprovechamientos de praderas en las que en mayor o menor grado se va racionando la disponibilidad de forraje a los animales, con el objetivo de mejorar la utilización (Muslera y Ratera, 1984).

En una revisión de muchos experimentos sobre dotación y métodos de pastoreo, Wheeler, citado por Langer (1981) concluyó que la dotación influye en la productividad por hectárea más que cualquier otro factor.

Es importante tener en cuenta al analizar los métodos de pastoreo que los objetivos de un buen aprovechamiento del forraje disponible, no deben comprometer la productividad y duración de la pradera. En este sentido hay que considerar los efectos

benéficos de las restituciones de orina y estiércol realizadas por los animales (Muslera y Ratera, 1984).

El estiércol, contiene numerosos elementos entre los que el N y P son los más importantes en el aumento de la productividad del tapiz (Milot et al., 1987).

El área próxima a las deyecciones es rechazada por los animales, lo que hace que la vegetación tenga mayor desarrollo que el resto. El tamaño de esa área y el tiempo que persista, varía con la composición de aquellas y con la presión de pastoreo (Milot et al., 1987).

El potencial de producción de la pradera que puede verse afectada por los daños directos que se producen como consecuencia de las actividades de los animales en pastoreo. Daños en este sentido abarca, asfixia de macollos por el estiércol, el daño causado a los macollos por las presiones de pezuñas en condiciones secas, en plantas y el suelo en condiciones de humedad, el efecto de altas concentraciones de orina, el desarraigo de macollos o plantas enteras, y la compactación del suelo (Hodgson, 1990).

El pisoteo provoca compactación y desagregación. La compactación afecta directamente el crecimiento de las raíces y reduce el rendimiento, y la desagregación provoca pérdidas por erosión (Carámbula, 2007b).

El pisoteo ocasiona cambios estructurales en las capas superficiales del suelo, modificando la densidad, porosidad y friabilidad del terreno. Como es en donde se desarrolla la mayor parte de la actividad nutricional de la planta, estos cambios perjudican su desarrollo, un deterioro de la estructura del suelo supone una aireación menor, más dificultades para el crecimiento de las raíces, menor capacidad de retención de agua y mayor dificultad para el desarrollo de una fauna beneficiosa (Muslera y Ratera, 1984).

En las praderas poco densas, como las que se forman cuando los intervalos entre aprovechamientos son largos, con menor densidad de tallos, el perjuicio del pisoteo es mayor que en praderas densas y cortas. Pero a igual densidad de tallos el daño es mayor cuando la pradera esta corta (Muslera y Ratera, 1984).

La magnitud de estos efectos sobre la producción de forraje es difícil de cuantificar, pero en la mayoría de los casos es probable que sea relativamente pequeña (Hodgson, 1990).

La carga también afecta a la calidad del forraje, aunque el efecto relativo depende de cada situación. En el corto plazo, la calidad del forraje ofrecido aumento con la intensidad de pastoreo, al disminuir la cantidad de forraje, mientras que en el largo plazo, la calidad dependerá de si se produce o no un reemplazo de las especies sembradas y de la calidad de las mismas (Cangiano, 1997).

No obstante en pasturas manejadas con relativa intensidad, al aumentar la carga, la digestibilidad de la ingesta de los animales disminuye, al restringirse las posibilidades de que los animales puedan seleccionar forraje de mejor calidad (Cangiano, 1997).

Las plantas con un gran número de pequeños macollos generalmente se consideran más tolerantes al pastoreo que las plantas con un pequeño número de macollos grandes (Brougham et al., Westoby, Carman y Briske, Oosterheld y McNaughton, Vaylay y van Stanten, citados por Cullen et al., 2006).

Un aumento de carga de ganado aumentara la cantidad de heces devueltas y mejorara su distribución. Su efecto sobre la producción de forraje es evidente, pero difícil de valorar (Muslera y Ratera, 1984).

#### 2.3.4.2 Selectividad

La selección por el animal depende principalmente de las proporciones relativas de cada uno de los componentes de las pasturas y la distribución vertical en el perfil de las mismas (Montossi et al., 1996). Según Zanoniani (1999) la selectividad animal modifica las relaciones de competencia entre las especies, perjudicando a las de mayor valor pastoril y fomentando a las más ordinarias. Es necesario un periodo de descanso entre dos pastoreos sucesivos para poder recuperar el área foliar, realizar adecuadamente los procesos fotosintéticos y distribuir aceptablemente los asimilatos entre los diferentes órganos de la planta.

Barthram et al., citados por Agustoni et al. (2008), menciona en su trabajo que existen cambios lentos en la composición botánica debido a cambios en el manejo, mientras cambios en la estructura vertical de la pastura son evidentes en menor tiempo.

En consecuencia se descarta el manejo continuo tradicional por no permitirle a las plantas su recuperación luego del pastoreo, y por no estar en condiciones similares de competencia por los recursos; y si se recomienda el pastoreo rotativo (racional) (Zanoniani, 1999).

El material muerto es rechazado por los animales debido a su baja preferencia y su baja accesibilidad en la base de las pasturas (Poppi et al., Vallentine, citados por Montossi et al., 1996). La distribución vertical de los componentes de las pasturas influye en el valor nutritivo de la dieta cosechada por los animales, donde los componentes nutritivos más importantes (hojas verdes), del punto de vista de nutrición animal se distribuyen en los estratos más altos de la pastura (Montossi et al., 1996).

### 2.3.4.3 Calidad de la pastura

A lo largo del año se producen una series de cambios en la estructura y composición de la pastura relacionados con el estado fisiológico de la planta, o sea de su madures, estos cambios estacionales se relacionan, en general, con la digestibilidad, que es mayor en primavera que en otras épocas del año. La relación hoja/tallo, cambia de acuerdo con el desarrollo fisiológico de la planta y mientras la digestibilidad del tallo decrece rápidamente con la madures, la de las hojas permanece razonablemente constante (Terry y Tilley, citados por Muslera y Ratera, 1984).

El valor nutritivo de un alimento se mide como la respuesta en forma de producción animal a la ingestión de dicho alimento (Ulyatt, citado Muslera y Ratera, 1984).

En animales de carne alimentados en condiciones de pastoreo, se produce un constante y significativo aumento de la ingestión al aumentar la digestibilidad del forraje (Muslera y Ratera, 1984).

Según diversos autores las diferencias de ingestión pueden ser atribuidas a factores externos como las horas de luz, lluvia y temperatura. Al aumentar la duración del día el periodo de pastoreo es mayor, y con temperaturas altas disminuye el tiempo dedicado al pastoreo. Otros autores consideran que es un efecto de la estructura y distribución de la pastura, como la forma de crecimiento, que al ser más erecto en primavera, es comida con mayor facilidad por el animal, o mayor proporción de materia vegetal muerto en otoño (Muslera y Ratera, 1984).

## 2.3.5 Parámetros que definen el pastoreo

### 2.3.5.1 Frecuencia

La frecuencia de defoliación es el intervalo entre dos períodos sucesivos de pastoreo, lo cual es una característica del sistema de manejo del pastoreo (Pineiro y Harris, citados por Almada et al., 2007).

La frecuencia e intensidad de cosecha por los animales son las variables más importantes en el manejo de las praderas, ya que afectan su comportamiento morfológico y productivo, el cual está relacionado con el índice de área foliar residual y el balance de reservas de carbohidratos, que afectan la tasa de crecimiento, materia seca acumulada, densidad y peso de los tallos, tasa de aparición y muerte de los mismos (Velasco et al., 2005).

Formoso, citado por Carámbula (2007b) mostro que la frecuencia de la defoliación no solo tiene impacto sobre el comportamiento en la misma estación que se realiza, sino además sobre la o las estaciones posteriores.

Si bien la frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pasturas y de la época del año, el elemento que determina la longitud del periodo de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será marcado en teoría por el IAF óptimo (Carámbula, 2007b).

Dada la dificultad para determinar en la practica el IAF óptimo para cada pastura y los inconvenientes de llegar al mismo bajo pastoreo, es posible que con alturas de alrededor de 25 cm (con intervalos de descanso de 5 a 10 semanas, aunque esto depende de la especie y época del año (Langer, 1981) se pueda realizar en general un buen aprovechamiento del forraje producido, ya que a esa altura, normalmente la pastura se encontrara en plena etapa de crecimiento intermedio, ósea en el tramo de crecimiento y de rebrote rápido (Carámbula, 2007b).

Los métodos de pastoreo rotativo o de menor frecuencia de corte comparados con los continuos y de mayor frecuencia, mejoran la performance de *T. repens* incrementando el peso de los estolones (Hay, citado por Olmos, 2004), el alargamiento de los estolones, la sobrevivencia de plantas, la ramificación (Chapman, citado por Olmos, 2004); aumentando, asimismo, el área foliar de la planta, el largo de los estolones, el número de ápices en los estolones (Brink y Rowe, citados por Olmos, 2004), el tamaño de la planta (Brock et al., citados por Olmos, 2004), la sobrevivencia de los estolones (Brinck y Pederson, citados por Olmos, 2004), la proporción de *T. repens* en la pastura (Gooding et al., citados por Olmos, 2004), incrementando el volumen de materia seca (Fulkerson et al., citados por Olmos, 2004), el largo del peciolo, el diámetro del estolón y el porcentaje de hojas cosechadas (Wilman y Asiegbu, citados por Olmos, 2004).

En lotus, sistemas de cortes frecuentes e intensos deprimen sustancialmente el número de tallos, registrándose en verano valores muy bajos (Formoso, 1995).

Los rendimientos anuales más bajos en dactylis se observaron después de un pastoreo estival intenso, los del trébol rojo después del pastoreo en primavera u otoño. Esto demuestra que pastorear una planta durante su máxima tasa de crecimiento tiende a deprimirla más que las especies asociadas, que tienen una época diferente de su máximo crecimiento (Langer, 1981).

### 2.3.5.2 Intensidad

Según Velasco et al. (2005), la intensidad con que se pastorea una pradera, quizás es la variable más importante que determina la aparición de tallos.

En la medida en que aumenta la intensidad de pastoreo (a causa de la mayor carga animal o del menor intervalo entre pastoreos) disminuye el forraje total en oferta hasta llegar, a veces, a un punto de sobrepastoreo donde la calidad de ese forraje es alta pero su cantidad limita la producción animal (Willoughby, Cajas, citados por Mendoza y Lascano, 1985).

Con referencia al rendimiento de cada pastoreo el mismo está dado por la altura del rastrojo al retirar los animales, lo que no solo afecta el rendimiento de cada defoliación, si no que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura. En este sentido la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2007b). Cada especie posee una altura mínima a la cual puede dejarse el remanente sin que el crecimiento posterior sea vea afectado negativamente. Las especies postradas admiten alturas menores de defoliación que las erectas, aunque estas últimas pueden adaptarse adquiriendo arquitecturas más rastreras como respuesta a un manejo intenso (Carámbula, 2007a)

Según Hodgson, citado por Abud et al. (2011), 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 general es difícil definir una altura óptima de pastoreo, pero es de esperar que alturas mayores de 5 cm no sean limitantes para las especie de mejor productividad. Sin embargo mayores alturas deberán ser acompañadas con menor tiempo de reingreso a la pastura. Este parámetro es variable con la estación del año; en primavera-verano la altura es siempre mayor, en cambio en otoño-invierno es menor ya que los periodos de descansos más prolongados y la menor producción de forraje, determinan un consumo más intenso de la pastura, permitiendo a su vez una mayor iluminación de los estratos inferiores (Zanoniani, 1999).

Asimismo Velasco et al. (2005), observo que la altura de corte de las plantas por los animales tiene gran importancia, pues afecta su velocidad de crecimiento y la persistencia de las mismas, porque incide negativamente en los contenidos de reservas de carbohidratos, indispensables para iniciar un nuevo rebrote después del corte.

Avedaño et al., citados por Agustoni et al. (2008), en su trabajo observaron que la concentración de materia seca en el estrato inferior del tapiz (0-5cm) representa un

87% para los manejos de mayor intensidad de pastoreo y un 67% para los de menor intensidad.

En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente eficiente. Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con porcentajes mínimos de mortandad, lo cual compensa temporariamente eventuales IAF bajos (Carámbula, 2007b).

Cuando el crecimiento comienza a fallar debido a la escasez de agua hay poco que ganar al permitir pastar praderas por debajo de 3 cm porque a este nivel será más reducida la capacidad actual de crecimiento limitado y, peor aún, la futura recuperación de la pradera se verá afectada negativamente (Hodgson, 1990).

La reducción de la fotosíntesis en la planta no es proporcional a la pérdida de área foliar, debido a la desigual contribución fotosintética de las hojas de distinta edad y los cambios en la estructura pueden influir en el rebrote. Así, la remoción de hojas jóvenes es más perjudicial en el rebrote, porque tienen tasas fotosintéticas mayores y pueden utilizar más la intensidad lumínica alta que las hojas viejas (Velasco et al., 2005).

En este sentido según Hodgson, citado por Carámbula (2007b), todo tejido que llega al punto de envejecimiento (senescencia) es efectivamente una pérdida para el sistema.

Como recomendación general, las especies postradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5 cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no ser así se puede causar daños irreparables (Carámbula, 2007b). Mathes, citado por Carámbula (2007b) trabajando con festuca, especie semierecta a erecta, observo que cuando se realizaban cortes cada 10 días dejando rastrojo de 2,5 cm morían todas las plantas mientras que cuando se dejaban rastrojos de 6 cm, las plantas sobrevivían y ofrecían buenos rendimientos.

Es evidente, que el manejo severo continuo puede llevar no solo a una reducción drástica en el vigor de las plantas por bajas reservas, áreas foliares remanentes escasos y efectos negativos sobre los puntos de crecimiento además de conducir a sistemas radiculares pocos desarrollados (Carámbula, 2007b).

### 2.3.6 Efecto de las malezas sobre la pastura

Las malezas son una forma especial de vegetación altamente exitosa en ambientes agrícolas: son poblaciones vegetales que crecen en ambientes perturbados por el hombre sin haber sido sembradas (Rodríguez, 1988).

La habilidad competitiva de las malezas combina características que resultan en un rápido agotamiento de los recursos necesarios para el cultivo, entre ellas: incluye una gran cantidad de reservas acumuladas en órganos de propagación vegetativa o almacenaje que conduce a una rápida expansión del follaje, un sistema aéreo y subterráneo vigoroso y de rápido crecimiento que permite un rápido aprovechamiento de los recursos del ambiente y una expansión tanto lateral como horizontal que resulta en una muy alta densidad de vástagos y raíces. La fenología es otra característica de la habilidad competitiva (Rodríguez, 1988). Son especies herbáceas capaces de ocupar grandes áreas, con exclusión de otras especies (Ríos y Giménez, 1992).

Folgar y Vega (2013), registraron mayor presencia de malezas y suelo desnudo a medida que aumenta la dotación.

Grime, citado por Ríos y Giménez (1992) menciona que la mayoría de las malezas herbáceas anuales, bianuales y perennes al igual que muchos cultivos poseen características comunes a especies competidoras y ruderales. Estas especies clasificadas como competidoras ruderales se caracterizan por la capacidad elevada de capturar recursos abióticos en los estadios iniciales del crecimiento, que le confieren tasas altas de crecimiento inicial y de producción de semilla. Se destacan también, por la adaptación hábitats con bajos niveles de estrés abiótico, fuerte competencia y frecuentemente disturbados.

La comunidad de malezas presentes en una chacra es el resultado del sistema de rotación y de las prácticas agronómicas aplicadas. La improvisación es el peor enemigo para un manejo eficiente de malezas, minimizar su incidencia exige la planificación en el largo plazo. La estrategia de manejo de malezas implica racionalizar el uso de herbicidas, considerando la integración de prácticas preventivas, culturales y biológicas que maximicen la capacidad de competencia de las especies sembradas (Ríos, 2007).

### 2.3.7 Factores que afectan el crecimiento de la pastura

El crecimiento y el desarrollo de las plantas están fuertemente controlados (estimulados o frenados) por las condiciones ambientales. Dentro del medio abiótico, la temperatura, la luz y la disponibilidad de agua y nutrientes se destacan por ser altamente determinantes de los mencionados procesos (Colabelli et al., 1998).

Entre los factores del ambiente la temperatura es el factor frente al cual las plantas responden en forma instantánea. La velocidad de un proceso morfogénico es proporcional al incremento de temperatura, por encima de un umbral sobre el cual la planta responde desarrollándose y/o creciendo (Colabelli et al., 1998).

Por otro lado, en la medida en que el fenómeno dependa fundamentalmente de la temperatura, las predicciones en función de esta variable serán más precisas. Tal es el caso de la tasa de aparición de hojas para las gramíneas, que se expresa como filocromo ( $^{\circ}\text{C}$  días) (Colabelli et al., 1998).

La tasa de elongación foliar, al igual que la tasa de aparición de hojas, aumenta proporcionalmente con la temperatura. La relación entre ambas variables es generalmente exponencial (Colabelli et al., 1998).

Dado que el número máximo de hojas por macollo tiende a ser un carácter relativamente constante para las especies, para que esto ocurra, la vida media de las hojas en los períodos de activo crecimiento debe ser más corta. Esto se traduce en un incremento de la tasa de senescencia foliar frente al aumento de la temperatura y por lo tanto, el recambio de tejido se acelera (Colabelli et al., 1998).

Para una misma especie Colabelli et al. (1998), observó que el largo final de las hojas tiende a aumentar con el incremento de la temperatura, lo cual ocurre conjuntamente con el alargamiento de los días y el incremento de la radiación incidente. Del mismo modo el tamaño final muestra un paulatino achicamiento a partir del acortamiento de los días, y de las tasas decrecientes de temperatura e irradiación que se suceden de pleno verano hacia el otoño.

Las plantas responden al déficit hídrico con cambios morfológicos y fisiológicos que le permiten disminuir la pérdida de agua o mejorar el consumo de agua (Colabelli et al., 1998). En general, elongación celular es más afectada por el déficit hídrico que la división de células, esto provoca la reducción de la tasa de elongación foliar, que determina un menor tamaño de las hojas en plantas creciendo en condiciones hídricas limitantes. En dicha condición, se ha encontrado además una reducción de la tasa de macollaje y del número de hojas vivas por macollo, y un paralelo incremento de los procesos de senescencia de hojas y macollos (Turner y Begg, citados por Folgar y Vega, 2013).

Según Colabelli et al. (1998), la modificación de la relación parte aérea raíz se explicaría a partir de que el déficit hídrico reduce el crecimiento aéreo con anticipación a la manifestación de reducciones en la capacidad fotosintética de las hojas. Esto determina un incremento de asimilados disponibles, que son utilizados en esta situación en mayor proporción para el crecimiento radical.

### 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 No. 34 (Latitud 32° 22'30,98" S y Longitud 58° 03'46,00" O) durante el período comprendido entre el 29 de enero y el 27 de mayo del año 2013, sobre dos mezclas forrajeras de cuarto año.

##### 3.1.2 Información meteorológica

El Uruguay se caracteriza por ser una zona templada, la temperatura media anual es de unos 17,7 °C, variando desde unos 19,8 °C en la zona noroeste (Bella Unión), hasta unos 16,6 °C en la costa sur del país.

En el mes más cálido (enero) el promedio de las temperaturas registradas en el país es de 24 °C para las medias, 29,6 °C para las máximas y 18,5 °C para las mínimas. Mientras que durante el mes más frío (julio) el promedio de las temperaturas registradas se sitúa en 11,6 °C para las medias, 15,8 °C para las máximas y 7,3 °C para las mínimas.

Los valores medios de precipitación acumulada anual sobre el país se sitúan entre 1200 y 1600 milímetros (mm) con los menores valores situados al suroeste (departamento de Colonia) y los máximos al noreste (departamentos de Rivera y Artigas) (Castaño et al., 2011).

##### 3.1.3 Descripción del sitio experimental

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

### 3.1.4 Antecedentes del área experimental

Las mezclas fueron evaluadas en su cuarto año de vida, las cuales fueron sembradas sobre un rastrojo de pradera mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Agropyron elongatum*, predominando en ésta la última especie mencionada.

La fecha de siembra fue el 30 de mayo de 2010 para las cuatros mezclas. Las densidades de siembra para la primera mezcla fue de 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná, para la segunda mezcla fue de 15 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapicán, 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, la tercer agrega a la mezcla anterior 10 kg/ha de *Paspalum notatum* cv. Pensacola bahia grass, y la cuarta y última agrega 45 kg/ha de *Paspalum dilatatum* a la mezcla FTbL Se fertilizó con 150 kg de 18 - 46 a la siembra y 100 kg/ha de urea a mediados de agosto. Se aplicaron 350 cc/ha de Flutmesulam y 1,2 l/ha de Venceweed a mediados de julio del 2010. Posteriormente en abril de 2011 se refertilizó con 100 kg/ha de 18 - 46 y 100 kg/ha de urea en fines de agosto. En dicha fecha se aplicó además 350 cc/ha de Flutmesulam y 1,2 l/ha de Venceweed. En el tercer año de la pradera se aplicaron 100 kg/ha de 7 - 40 a mediados de abril, 100 kg/ha de urea a mediados de mayo y 70 kg/ha de urea a mediados de agosto.

Dado que las dos especies C4 no se implantaron las mezclas resultaron compuestas por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* por un lado, y *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* por otro.

### 3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en dos mezclas con tres dotaciones:

- 1) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* con 3 novillos por parcela (D 3).
- 2) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* con 2 novillos por parcela (F 2).
- 3) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* con 3 novillos por parcela (F 3).
- 4) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* con 4 novillos por parcela (F 4).

Las dotaciones de los distintos tratamientos fueron las siguientes: Tratamiento D 3 con 2,3 novillos /ha; Tratamiento F 2 con 1,6 novillos/ha; Tratamiento F3 con 2,3 novillos/ha; Tratamiento F 4 con 3,1 novillos/ha.

El método de pastoreo fue rotativo, se utilizaron 12 novillos de raza holando de aproximadamente de 20 meses de edad, con un peso individual promedio inicial de 355 kg, asignados al azar en los tratamientos. La fecha de inicio del primer pastoreo fue el 29 de enero del 2013.

El criterio de salida fue cuando la primera parcela del bloque pastoreado llegara a una altura de 7cm.

### 3.1.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de boques completos al alzar. El área experimental abarca 3,84 ha, las cuales se dividieron en tres bloques de cuatro parcelas.

N ←

D3	F2	F3	F4	Bloque 1
				Bajo
F3	F4	D3	F2	Bloque 2
D3	F2	F4	F3	Bloque 3

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

## 3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

La metodología de este trabajo se basa en la medición de la respuesta de la pastura en función de las distintas cargas, basado en la producción de forraje de las mezclas, la composición botánica de las mismas y porcentaje de suelo desnudo. Así como la evolución de los pesos de los animales medida a través de la ganancia diaria media y peso individual de los animales.

### 3.2.1 Medición de las principales variables

#### 3.2.1.1 Disponibilidad y rechazo de materia seca

El forraje disponible se define como la cantidad de materia seca (kg/ha) presente en la parcela antes del ingreso de los animales, más el crecimiento ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura durante el período de pastoreo.

En contraste el forraje remanente es la cantidad de materia seca (kg/ha) que queda en la parcela una vez que se retiran los animales.

El método utilizado para determinar la materia seca disponible y remanente fue el de doble muestreo (Cayley y Bird, 1991), que consiste en la determinación de una escala de apreciación visual de 5 puntos tanto para la medición de forraje disponible como el rechazado. Dicha escala intenta contemplar las variaciones dentro de las parcelas.

El muestreo consistió en la realización de cortes a 1cm al ras del suelo (1cm de altura de remanente) utilizando una tijera de aro y un rectángulo de 50cm de largo por 20cm de ancho, previamente al corte se determinó la altura de la muestra en tres puntos de la diagonal del cuadro. De esta forma se obtuvieron por bloque 15 muestras para la mezcla con festuca y 12 muestras para la mezcla con dactylis, las cuales fueron pesadas en fresco y luego de ponerlas 48 horas en una estufa de circulación forzada de aire a 60° C se determinó el peso seco de las muestras.

Con los datos de peso seco de las muestras se procedió a calcular la disponibilidad de forraje en kg/ha de MS. A través del ajuste de la ecuación de regresión entre la altura del forraje y escala de las muestras cortadas en relación a la biomasa disponible, posteriormente se cargó en la ecuación la altura promedio del tratamiento dada su mayor coeficiente de determinación, para obtener el dato de cantidad de materia seca. De la misma forma se procedió para obtener el forraje remanente.

### 3.2.1.2 Altura disponible y remanente

Las alturas fueron medidas utilizando regla graduadas en centímetro en forma diagonal dentro del rectángulo utilizado para el doble muestreo. El criterio utilizado para la medida fue el contacto de la regla con la hoja más alta. La altura de cada parcela se promedió a través de las 30 observaciones sistematizadas en cada una de ellas, además se realizaron mediciones de altura en las muestras que fueron cortadas.

### 3.2.1.3 Producción de forraje

Se calculó como la diferencia entre kg MS disponibles y Kg MS del remanente ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura durante los días de pastoreo.

### 3.2.1.4 Materia seca desaparecida

Es la cantidad de materia seca (kg/ha) que desaparece durante el pastoreo y se calcula como la diferencia entre el forraje disponible y el remanente.

### 3.2.1.5 Porcentaje de utilización

Es la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la que había disponible. Se calcula como el cociente entre materia seca desaparecida y el forraje disponible antes de iniciado el pastoreo, ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura en los días de pastoreo.

### 3.2.1.6 Composición botánica

A través del método botanal (Tothill et al., 1978) de apreciación visual se determinó la partición porcentual de cada fracción, gramínea, leguminosas y malezas dentro de la mezcla. Por parcela se tomaron 30 determinaciones.

### 3.2.1.7 Peso de los animales

El peso de los animales fue determinado individualmente, utilizando una balanza electrónica, con previo ayuno y restricción de agua por los mismos.

### 3.2.1.8 Ganancia media diaria

La ganancia de peso media diaria individual (kg/an/día) de los animales, fue calculada como el cociente entre la ganancia total en el período de pastoreo (peso vivo final – peso vivo inicial) y el número de días comprendido por este.

### 3.2.1.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje fue calculada como el forraje ofrecido a los animales en kilos de materia seca cada 100kg de peso vivo.

### 3.2.1.10 Producción de peso vivo

Se calculó como los kilos de PV producidos por hectárea, durante el periodo de pastoreo; para ello se dividió, la ganancia total (PV final – PV inicial) entre la superficie (ha) de cada tratamiento.

### 3.2.1.11 Componentes estructurales de la planta

Se determinó los componentes estructurales en el bloque 1 y bloque 3, midiendo relación parte área/raíz de gramíneas y leguminosas, número de plantas de gramíneas y leguminosas por unidad de superficie, número de macollos por planta, largo de raíces y peso de malezas.

Se tomaron 6 muestras de suelo por parcela, de 0,008 m<sup>3</sup> (0,2\*0,2\*0,2m), cada una se dejó reposar durante 48 horas, para que los agregados de suelo se desprendan de las plantas.

## 3.3 HIPÓTESIS

### 3.3.1 Hipótesis biológica

Determinar si existe o no efecto de la dotación y tipo de mezcla sobre la productividad de la pastura y desempeño animal.

### 3.3.2 Hipótesis estadística

Ho: T1= T2= T3= T4=0

Ha: existe algún efecto relativo de un tratamiento distinto de cero.

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó el análisis de varianza entre tratamientos mediante el paquete estadístico INFOSTAT, en el caso de existir diferencias entre los tratamientos se estudió las mismas mediante análisis comparativo de medias de LSD Fisher con una probabilidad del 10%.

En el capítulo de producción animal se realizó un ajuste de una función cuadrática de la evolución de peso de cada animal, para ello se compararon los tratamientos por intervalos de confianza de los parámetros ( $\beta_i$ ).

#### 3.4.1 Modelo estadístico

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

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

Siendo:

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

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se realiza una caracterización climática del período que antecede (octubre-noviembre-diciembre) y en el que transcurre el experimento. Esta se basa en el análisis de dos variables, agua y temperatura, que influyen de forma más importante en la productividad de la pastura.

En el siguiente gráfico se presentan los registros de precipitaciones correspondientes al periodo de octubre a mayo del 2012-2013 en comparación con la serie historia de casi treinta años, 1980-2009.

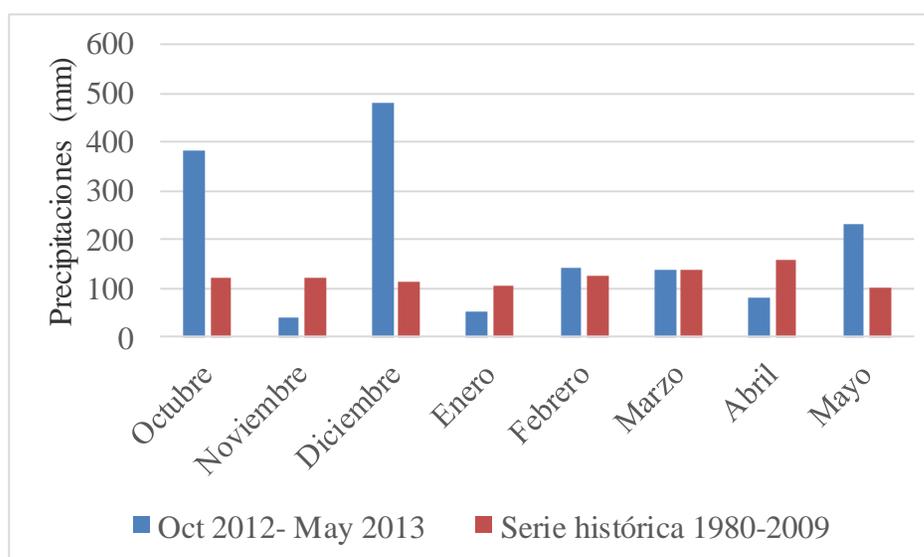


Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico entre 1980 y 2009.

Como se puede observar en la figura 2, en los meses previos al experimento las lluvias superaron al promedio histórico de la serie, siendo la diferencia mayor en el mes de diciembre. En los meses de enero y abril los registros de precipitaciones estuvieron por debajo de la serie histórica, mientras que en el resto de los meses los registros coinciden o superan el promedio histórico.

Para analizar si existieron o no períodos de restricciones hídricas que comprometieran la producción de forraje se hizo un balance hídrico en el suelo durante el periodo del experimento, que comprende los meses de diciembre a mayo. Para la realización del mismo se tuvieron en cuenta las precipitaciones, ETP y la capacidad de

almacenaje del suelo. Según Giménez (2012) la capacidad de almacenaje de agua disponible promedio del suelo es de 111mm.

Cuadro No. 5. Balance hídrico para el periodo estivo-otoñal.

Meses	pp (mm)	ETP (mm)	pp-ETP (mm)	CAAD
Diciembre	480	154	326	111
Enero	54	155	-101	10
Febrero	143	123	20	30
Marzo	137	110	27	57
Abril	81	90	-9	48
Mayo	230	52	178	111

Como se puede observar, el balance considerando la capacidad de almacenaje de agua en suelo resulta positivo para todo el periodo bajo estudio. En el mes de enero, las precipitaciones y el agua almacenada en suelo son levemente superiores a la ETP(mm).

En la figura siguiente, puede observarse el comportamiento de las temperaturas medias, máximas y mínimas, en términos generales existen diferencias entre el año del ensayo respecto al promedio histórico.

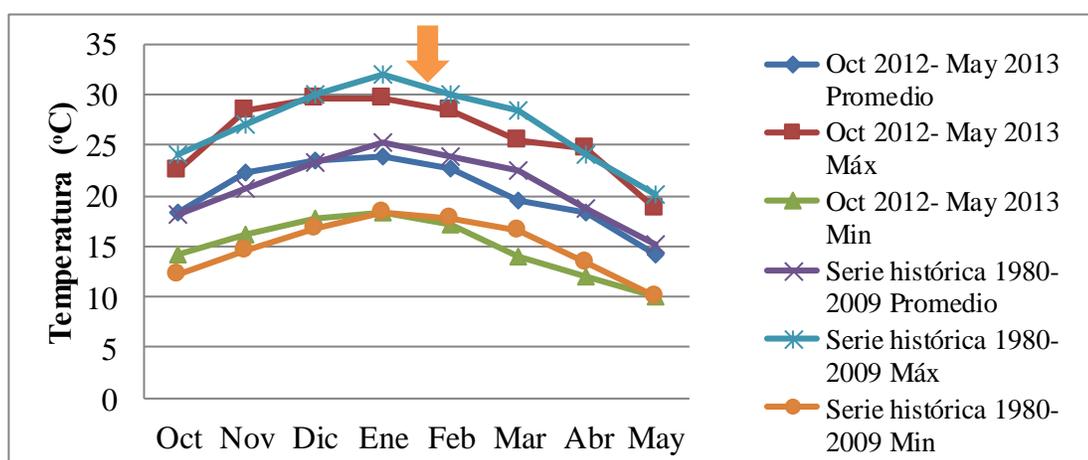


Figura No. 3. Registro de temperaturas promedio, máxima y mínima durante el ensayo en comparación con el promedio de la serie histórica.

En los meses de octubre a diciembre, la temperatura de la serie histórica está por debajo de la temperatura registrada para el año del ensayo; mientras que durante el ensayo, las temperaturas registradas fueron inferiores en términos generales al promedio de la serie histórica.

Según Carámbula (1977), las especies con metabolismo C3 como las sembradas en el ensayo, se desarrollan de forma óptima con temperaturas de 15° a 20° C; según los registros promedios de temperatura e hídricos, el mes crítico es enero, ya que las temperaturas superan el rango óptimo para las especies sembradas, afectando la producción de forraje. En los siguientes meses, febrero y marzo, las temperaturas promedio registradas están por encima del rango óptimo establecido.

## 4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

### 4.2.1 Forraje disponible y altura promedio disponible por tratamiento en cm

A continuación se presentan los datos de disponibilidad promedio de forraje para cada tratamiento, expresado como kg/ha de MS.

En el cuadro se observa diferencias significativas en tres de los cuatro tratamientos, presentado la mayor disponibilidad el tratamiento F3.

Cuadro No. 6. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS de cada tratamiento.

Tratamiento	Disponibilidad (kg/ha MS)
D3	1907 A
F2	2886 B
F3	3677 C
F4	2579 B

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

En el caso de F4 y F2 no existen diferencias significativas en cuanto a kg/ha de MS, esto se puede atribuir a que el periodo de descanso entre pastoreos es de 49 días, permitiéndole alcanzar al tratamiento de mayor carga, un disponible similar al tratamiento de menor carga (F2). En este último tratamiento, dicho periodo de descanso puede resultar en una pérdida de crecimiento potencial (Langer, 1981), ya que se acumula forraje envejecido que fotosintéticamente es ineficiente.

El tratamiento D3 es el que presenta menor disponible (kg/ha de MS), esto es esperable ya que la producción de una leguminosa en una mezcla tiende a disminuir con la edad de la pastura, y el manejo que se realiza en verano en este experimento, no es el adecuado para favorecer al componente alfalfa.

Cabrera et al. (2013) encontró para el mismo periodo de evaluación, con una asignación de 9,6 kg MS/100kg PV un disponible promedio de 2817 kg MS/ha, estos valores resultan similares a los obtenidos en este ensayo

En el cuadro siguiente se presentan los valores de altura promedio del forraje disponible:

Cuadro No. 7. Altura promedio disponible por tratamiento en cm.

Tratamiento	Altura del disponible (cm)	Oferta (kgMS/100kgPV)
D3	16,6	3,7
F2	17,8	15,6
F3	17,4	7,8
F4	17,2	4,1

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

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Aunque las alturas se encuentran dentro del rango recomendado por Zanoniani et al. (2006), donde la altura de ingreso a la pastura sea de 15 a 20cm. En cambio no resulta el manejo adecuado para la mezcla con alfalfa, ya que según Formoso (2000), con pastoreos en este rango, se afecta el peso seco de la raíz, bajan los niveles de reserva y por lo tanto se afecta el rebrote.

Si se toma en cuenta la composición botánica de la pastura para ambas mezclas, se puede suponer que si bien estas alturas entrarían dentro de lo recomendado, existe la posibilidad de que los valores estén sobrestimados; debido al alto nivel enmalezamiento estival de porte erecto, además no se contabilizó frecuencia cero correspondiente a suelo desnudo, siempre se midió altura de planta. Por lo que las especies sembradas se podrían estar pastoreando a una altura menor.

La altura del forraje nos permitirá en el orden práctico determinar la disponibilidad de forraje; para que esto se cumpla es importante tener una buena correlación entre la altura y la cantidad de materia seca disponible, para este ensayo, es alta, en promedio de 0,71 ajustándose a una regresión lineal.

Si comparamos las alturas disponibles para las mezclas con las obtenidas por De Souza y Presno (2013) se observan valores similares de altura promedio con diferentes asignaciones de forraje. En el caso de De Souza y Presno (2013), con ofertas de 9,0; 23,0; 8,7 y 6,6 Kg MS/día/100kg PV para los tratamientos D4, F2, F4, F6 respectivamente, se determinó una altura disponible en promedio 17cm, coincidiendo con los obtenidos en este trabajo, con ofertas de 3,7; 15,6; 7,8; 4,1 kg MS/100kg PV para los tratamientos D3, F2, F3, F4 respectivamente. Cabrera et al. (2013), obtuvo para

la misma mezcla con distintas asignaciones (2,8; 5,8; 9,6 kg MS/100kg PV) un altura promedio de 15,6cm.

#### 4.2.2 Forraje remanente y altura remanente promedio por tratamiento

A continuación se presentan los valores de forraje y altura remanente promedio para cada tratamiento.

Cuadro No. 8. Forraje remanente promedio por tratamiento en kg/ha de MS de cada tratamiento.

Tratamiento	Forraje remanente (kg/ha)
D3	1303 A
F2	2024 BC
F3	2018 C
F4	1739 AB

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

Los tratamientos más contrastantes estadísticamente en cuanto a los kg/ha de MS de forraje remanente son D3 y F3, esto refleja el efecto de la mezcla ya que la dotación es la misma. Esto se puede explicar por la estructura característica de la alfalfa que al ser el componente en mayor proporción en la mezcla y a su vez al ser erecta, en el estrato inferior hay menos materia seca que en el caso de festuca.

En D3 se parte de menos forraje disponible (kg/ha MS), porque la oferta es de 3,7 kg MS/100kg PV por lo tanto la presión de pastoreo es mayor que en el resto de los tratamientos, resultando en un remanente menor.

Entre los tratamientos F4 y F3 las diferencias estadísticas se atribuyen a la carga, aumentando el remanente a medida que disminuye la dotación animal, en F3 el mayor remanente se atribuye a que se parte de un mayor disponible. En el caso de F2 esto no se cumple ya que va a existir mayor proporción de restos secos por envejecimiento de la canopía (senescencia de plantas). Según Ganskopp et al., citados por Cangiano (1997), en bovinos se ha demostrado que la presencia de tallos florales en gramíneas cespitosas, afectan negativamente la cantidad de forraje removido.

Si comparamos con los resultados obtenidos por Agustoni et al. (2008), con asignación de forraje de 7,0 y 9,5 kg MS/día/100kg de PV el remanente es de 1000kg/ha de MS ; también Arenares et al.(2011), con asignaciones entre 5,5 y 6,7 kg MS/día/ 100 kg de PV obtuvieron remanentes del orden 700 kg/ha; y con los resultados obtenidos por De Souza et al.(2013), con asignaciones entre 6,6 a 23 kg MS/día/ 100 kg de PV con un

remanente de 1983 kg/ha, los valores obtenidos en el presente ensayo con ofertas de 3,7; 15,6; 7,8; 4,1 kg MS/día/ 100 kg de PV (para los tratamientos D3, F2, F3 y F4 respectivamente), resultan similares a De Souza y Presno (2013) y mayor que Agustoni et al.(2008), Arenares et al. (2011). Hay que tener en cuenta que los trabajos comparados no fueron realizados en la misma estación del año.

A continuación se presentan los datos de altura remanente en cm, para cada tratamiento.

Cuadro No. 9. Altura promedio del remanente en centímetros según tratamiento.

Tratamiento	Altura remanente (cm)
D3	9,7
F2	9,5
F3	10,3
F4	8,7

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

No existe diferencia significativa entre los tratamientos. Numéricamente el tratamiento con mayor dotación es el que presenta menor altura. Con esta altura de salida no se estaría perjudicando a la pastura.

Según Carámbula (1992), en verano es importante que las plantas permanezcan con buena cantidad de hojas, ya que esto le permitirá una mejor extracción de agua del suelo, en este aspecto es fundamental el buen manejo de la primavera, es por esto que el criterio de salida utilizado fue una altura no menor a 7,5 cm para no comprometer el posterior crecimiento de las mezclas.

#### 4.2.3 Forraje desaparecido (kg/ha)

En el siguiente cuadro se observa el forraje desaparecido pos-pastoreo para el periodo experimental:

Cuadro No. 10. Forraje desaparecido promedio en kg/ha MS según tratamiento.

Tratamiento	Forraje desaparecido (kg/ha MS)
D3	1050 A
F2	1268 A
F3	2110 B
F4	1375 A

El forraje desaparecido se calculó como la diferencia entre el forraje disponible ajustado y el remanente para cada tratamiento (ver anexo 1).

El tratamiento F3 fue el que presentó diferencia significativa superior al resto, siendo esperable ya que es el tratamiento que presentó mayor disponibilidad.

El tratamiento F4 y F2 con distintas dotaciones tienen desaparecidos similares, esto puede deberse a diversos factores, dado que el forraje desaparecido no depende únicamente del consumo de los animales, sino también de las pérdidas por pisoteo, senescencia de hojas, así también como de la producción y del porcentaje de utilización del forraje. Según Hodgson, citado por Carámbula (2002), cuando las dotaciones son elevadas el forraje desaparecido es explicado por el consumo animal y cuando las dotaciones son bajas el forraje desaparecido está determinado por lo que se consume y el material senescente.

A igual carga como es el caso de los tratamientos D3 y F3, la cantidad de forraje desaparecido es mayor para el tratamiento F3. Esto no sería lo esperable debido al hábito de crecimiento de las especies que componen ambas mezclas. Se esperaría mayor forraje desaparecido en la mezcla DA ya que la misma concentra una mayor proporción del forraje en estratos superior de la pastura y es por lo tanto más accesibles para el consumo animal con respecto a la mezcla FBL. Esto también es esperable por la mayor presencia de leguminosas alfalfa en la mezcla DA, que favorecen el consumo, por ende la utilización de la pastura, debido a factores nutricionales como indica Carámbula (2007a) el mayor valor nutritivo de las leguminosas sobre las gramíneas es causa de una menor concentración de las paredes celulares y a su vez una digestión más rápida.

#### 4.2.4 Porcentaje de utilización (%)

A continuación se presentan los datos de % de utilización de los tratamientos.

Cuadro No. 11. Porcentaje de utilización %, según tratamiento.

Tratamiento	Porcentaje de utilización (%)
D3	55
F2	44
F3	56
F4	54

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

El porcentaje de utilización entre los distintos tratamientos no difirió estadísticamente.

Esto no concuerda con los resultados obtenidos por Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008), De Souza y Presno (2013), Cabrera et al. (2013), en los cuales, una mayor oferta de forraje (menor dotación) determina una mayor oportunidad de selección y por lo tanto la eficiencia de utilización del forraje disminuye.

No obstante Abud et al. (2011), Bianchi et al. (2012), Folgar y Vega (2013), aunque con distintas dotaciones pero en la misma mezcla, festuca- trébol blanco y lotus obtuvieron porcentajes de utilización similares siendo este valor entorno 50 por ciento.

#### 4.2.5 Producción de forraje

##### 4.2.5.1 Tasa de crecimiento

En el siguiente cuadro se presentan los valores de tasa de crecimiento promedio en kg/ha/día de MS, obtenidas durante el experimento:

Cuadro No. 12. Tasa de crecimiento en kg/ha/día MS según tratamiento.+

Tratamiento	Tasa de crecimiento (kg/ha/día MS)
D3	19,2 A
F2	16,9 A
F3	27,9 B
F4	22,7 AB

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

Se encontraron diferencias significativas estadísticamente a favor del tratamiento F3, el cual presenta mayor tasa de crecimiento medida en kg/ha de MS.

A igual dotación entre los tratamientos D3 y F3 se lograron tasa de crecimiento diferentes, esto se debe a que con el manejo de defoliación que se realiza, se afecta negativamente a la alfalfa, y por lo tanto se enlentece el rebrote por falta de reservas.

En cambio en el tratamiento F3 el remanente presenta un IAF fotosintéticamente más eficiente y por lo tanto se alcanzan mayor tasa de crecimiento, según Carámbula (2007b) el crecimiento de una pastura después de un corte sigue una curva sigmoidea, cuando la misma se permite crecer hasta la etapa intermedia de crecimiento, de rebrote rápido, se logra mayor productividad. Ya que ocurre una rápida recuperación del nivel de carbohidratos solubles y una mayor proporción de los mismos es destinada a mantener un sistema radicular activo y por lo tanto se favorece el macollaje (Donaghy y Fulkerson, 1998).

El tratamiento F2 presenta una baja tasa de crecimiento ya que la acumulación de forraje genera una baja eficiencia fotosintética, que limita la producción de forraje post-defoliación, por acumulación de hojas viejas, que provocan el sombreado al estrato inferior (Carámbula, 2002). Dicho material se acumula irremediamente y dado que las condiciones de calor y sequia no aportan un medio ambiente apropiado para que los restos secos se descompongan, estos permanecen intactos hasta el otoño, época en que con el aumento de la humedad, la pastura muerta, comienza a incorporarse al suelo. Cangiano (1997), menciona que con un exceso de forraje con respecto a la demanda del animal, los mismos tienen la oportunidad de seleccionar, cosechando algunas partes de la planta más verdes y digestibles que son aquellas con mayor área fotosintética activa, rechazando otras que se acumulan de una estación a otra.

#### 4.2.5.2 Producción de forraje

A continuación se presenta la producción de forraje, la cual considera el crecimiento en todo el periodo experimental.

Cuadro No. 13. Producción de forraje total para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.

Tratamiento	Producción de forraje (kg/ha de MS)
D3	3268 A
F2	2897 A
F3	4718 B
F4	3925 AB

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

La producción de forraje fue significativamente mayor para el tratamiento F 3, lo que es lógico ya que todas las otras variables que también tuvieron este comportamiento (forraje disponible, remanente y tasa de crecimiento) son las determinantes de esta mayor producción medida durante el experimento. Como indica Cangiano (1997), para lograr la máxima producción por hectárea se debe evitar una defoliación tan severa que disminuya el crecimiento de la pastura, pero que, a su vez, sea lo suficientemente intensa como para que la eficiencia de cosecha sea alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia.

Entre los tratamientos D3 y F2 no existen diferencias estadísticas pero este último en valor absoluto es el que presenta menor producción de materia seca por hectárea esto está determinado por la baja tasa de crecimiento que presenta este tratamiento. Esta baja tasa está explicada por acumulación de forraje envejecido, que no es removido por el diente del animal y por lo tanto fotosintéticamente ineficiente. En el

caso del tratamiento D3, se esperaría una mayor biomasa, ya que al estar compuesta por una leguminosa de alto crecimiento en el periodo verano-otoño como es el caso de la alfalfa y una gramínea con buen comportamiento productivo en el verano como es dactylis, esto no resultó como se esperaba dado que la gramínea presentó un bajo porcentaje de implantación desde inicio de la pradera. Además dada la edad de la pastura el componente leguminosa tiende a disminuir su producción a partir del tercer año por pérdida de planta (Carámbula, 2007b).

Si se cuantifica la producción promedio total de los tratamientos durante el periodo, se registra un valor de 3702 kg/ha de MS. Este valor promedio es superior al reportado por Cabrera et al. (2013), para una pradera de tercer año en la misma estación, obtuvo en promedio 3300 kg/ha de MS.

Si comparamos estas producciones con las producciones estimadas por Leborgne (s.f.) una pradera convencional compuesta por una gramínea perenne, trébol blanco y lotus produce en el período verano– otoño en su cuarto año de vida aproximadamente 1350 kg/ha de MS, los resultados obtenidos en este trabajo son mayores.

#### 4.2.6 Composición botánica

##### 4.2.6.1 Composición botánica disponible

A continuación se presenta la composición botánica promedio de los tratamientos en porcentaje, según Carámbula (2002) una mezcla balanceada debe presentar entre un 60-70% de gramíneas, un 20-30% de leguminosas y un 10% de malezas:

Cuadro No. 14. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresado en %.

Tratamiento	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	Suelo desnudo (%)
D3	12 A	23	65	11 B
F2	29 B	19	52	4 A
F3	46 C	8	46	5 A
F4	40 BC	16	44	7 AB

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

En el cuadro se puede observar el alto nivel de enmalezamiento estivo-otoñal en los tratamientos, no existiendo diferencias significativas entre los mismos.

Estos altos niveles de enmalezamiento están explicados por las altas temperaturas y las precipitaciones por encima del promedio de la serie histórica en el inicio del

experimento, que promueven el crecimiento de las malezas. Teniendo en cuenta además que la proporción de leguminosas en la mezcla disminuye con la edad de la pastura, los espacios que estas dejan, son colonizados por estas especies que compiten por los recursos.

Dicho enmalezamiento está compuesto por especies anuales estivales como *Digitaria sanguinalis*, *Setaria geniculata*, *Verbena litoralis*, *Sida rhombifolia*, *Eragrostis lugens*, *Conyza bonariensis*, entre otras.

Como se puede observar en el siguiente gráfico, la composición botánica tuvo la misma tendencia para los tratamientos de la mezcla con festuca, pero las proporciones de los componentes variaron según tratamiento.

El tratamiento que presenta mayor nivel de enmalezamiento es la mezcla alfalfa-dactylis aunque no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Se puede decir que para todo el período, independientemente del tratamiento se observó un predominio de la fracción gramínea, ubicándose entorno al 32%, seguido por la fracción leguminosa compuesta principalmente por alfalfa y trébol blanco la que representa el 17% aproximadamente.

El componente suelo desnudo en promedio no superó el 7%, siendo mayor para la mezcla dactylis alfalfa, que desde inicio del experimento se observó una baja densidad de plantas por m<sup>2</sup>. Esto se debe en parte a que la especie dactylis forma un tapiz abierto compuesto por matas individuales (Carámbula, 2007a).

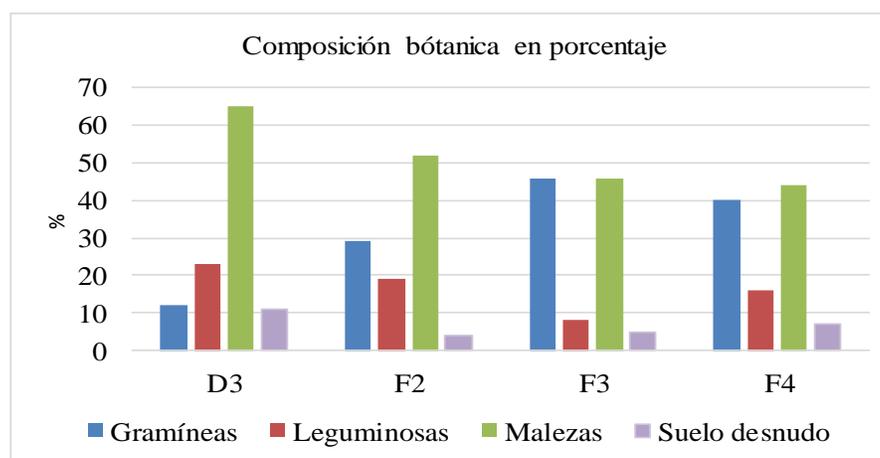


Figura No. 4. Composición botánica del forraje disponible estivo otoñal promedio en porcentaje según tratamiento.

Entre los tratamientos F2 y F3 existen diferencias estadísticas, esto se debe a que como fue mencionado anteriormente, el manejo del pastoreo en cuanto al componente

gramínea, determina que en el tratamiento F2 exista una menor proporción de gramíneas, como consecuencia del pastoreo aliviado, esto resulta en una menor cantidad de macollos vivos en verano. Proporcionalmente el componente leguminosa tiene más participación en F2 que en F3 porque no se ve tan sombreada la misma, como ocurre en el tratamiento F3.

Es por esto que con el manejo del pastoreo en los tratamientos F3 y F4 se logra una buena población de macollas.

#### 4.2.7 Composición botánica remanente

Como se puede observar en el cuadro siguiente, el tratamiento que difiere estadísticamente es la mezcla dactilys-alfalfa.

Cuadro No. 15. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento, expresado en %.

Tratamiento	Gramíneas (%)	Leguminosas (%)	Malezas (%)	Suelo desnudo (%)
D3	5 A	9	69 B	19 B
F2	28 B	11	45 AB	7 A
F3	34 B	6	43 A	9 A
F4	38 B	13	32 A	9 A

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

El tratamiento D3 en cuanto al componente leguminosa presenta un bajo proporción, esto puede estar indicando un mayor selección por los animales hacia la misma, ya que es el tratamiento que presenta mayor aporte en el disponible. Además por más que se trata de una especie perenne, no presenta buena resiembra, por lo que mueren plantas y estos espacios son colonizados por las malezas. Hay que tener en cuenta que esta pérdida de plantas es por el ciclo de la pastura y no por problemas de implantación que fueron buenas desde el inicio.

La proporción de suelo de desnudo es mayor, por la estructura característica de la alfalfa, con crecimiento erecto y por el tipo de enmalezamiento que se instala, que se caracteriza por un porte erecto (*Setaria geniculata*) más que por la superficie de suelo que ocupa

Según Berretta (1996), los animales frecuentan donde la pastura posee mayor calidad para cubrir sus necesidades de requerimiento; aumentando la presión de pastoreo hacia las sembradas, rechazando las áreas enmalezadas, y esto favorece a que queden áreas de suelo desnudo.

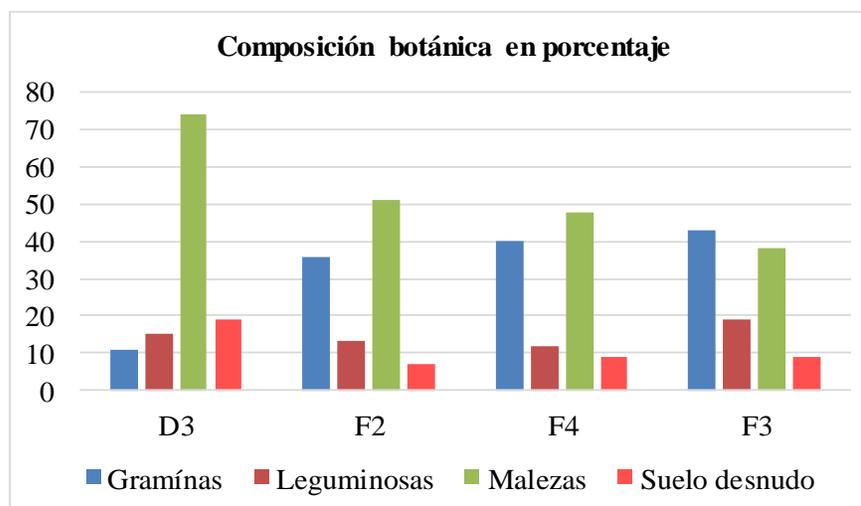


Figura No. 5. Composición botánica del forraje remanente estivo otoñal promedio en porcentaje según tratamiento.

En proporción disminuyen todos los componentes para los 4 tratamientos con respecto al disponible.

Para los tratamientos de la mezcla festuca, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, las malezas están en mayor proporción que los componentes de la mezcla, esto es de esperar si tenemos en cuenta la edad de la pastura. La gramínea en promedio está en un 40% en contraste con las leguminosas, principalmente trébol blanco que porcentualmente se encuentra en la mezcla en un 15%.

El trébol blanco y el lotus a pesar de ser especies perennes no se encontraron en buena cantidad desde el inicio, el trébol según De Souza et al. (2013), en la primavera su aparición en la mezcla fue cada vez mayor indicando que su origen fue principalmente por la resiembra natural. Durante el experimento se constató una disminución de dicha especie hasta el comienzo del otoño. En cuanto al lotus fue encontrado en una baja cantidad, en todo el experimento.

El porcentaje de suelo desnudo no difiere casi del obtenido en la composición botánica del disponible, esto se debe a que como se analizó anteriormente, la altura de remanente es de 10 cm, siendo este valor alto para los rangos recomendados, determinando una menor proporción de suelo descubierto.

Se observa en el remanente con respecto al disponible una disminución, aunque mínima, en cuanto a las malezas, esto se puede atribuir al consumo y pisoteo por parte de los animales.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por De Souza y Presno (2013), en cuanto a que, en todos los tratamientos la proporción de gramíneas a lo largo del periodo experimental fue alta, en cambio las leguminosas para todo el periodo se encuentran en baja proporción. Podríamos considerar este balance como normal siendo que se trata de una pradera de cuarto año (Carámbula, 2007b).

Es importante resaltar que en términos promedios, no existen diferencias estadísticas entre tratamientos de festuca en cuanto a la composición botánica porcentual de los componentes. Según Barthram, citado por De Souza y Presno (2013), los cambios en la composición botánica debidas a alteraciones en el manejo son lentos en ocurrir, ya que se observaron leves tendencias pero no hubieron cambios abruptos en los distintos componentes.

#### 4.3 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA PASTURA

##### 4.3.1 Densidad de gramíneas y leguminosas, y densidad de macollos

En este capítulo se describe y analiza los componentes estructurales de las 2 mezclas realizado el 27 de mayo del 2013 para los bloques I y III, como son: el número de plantas, el número de macollos, macollos por planta y relación parte aérea/raíz.

Cuadro No. 16. Número de plantas de gramíneas y leguminosas, y número de macollos por m<sup>2</sup> y por planta, en promedio para cada uno de los tratamientos.

TRAT.	No. pl Gram	No. pl Leg	No. mac/m <sup>2</sup>	No. mac/pl
D3	52 A	25	452 A	9 A
F2	75 A	100	1388 BC	19 B
F3	217 B	44	1792 C	9 A
F4	152 B	23	1050 B	7 A

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

En cuanto al número de plantas, los tratamientos D3 y F2 presentan el menor número de plantas de gramíneas por metro cuadrado, no diferenciándose estadísticamente entre sí.

En el caso del tratamiento F2 este bajo número de plantas por m<sup>2</sup> determina un mayor crecimiento de cada planta individual, viéndose reflejado esto, en un mayor número de macollos pesados por planta. Según Formoso (2010), al cuarto y quinto año los aportes de festuca en una mezcla es tal que llegan a una situación de festucal. Los denominados “festucales” se generan a partir de praderas en que se consigue una buena implantación de la gramínea perenne, y se dan generalmente en suelos de fertilidad media a alta, como en este caso. Estas praderas presentan un balance “normal” hasta el segundo año; en el tercer año, el trébol blanco debido al carácter bianual de la mayoría

de sus estolones, pueden depender en parte de una resiembra exitosa para su persistencia. Los tapices de festuca endurecida pueden presentar problemas para la reimplantación de las leguminosas por resiembra natural por la gran incidencia de “mantillo” que origina y por el pastoreo cada vez más selectivo con el consiguiente enmacigamiento de la festuca (García et al., 1981).

El tratamiento D3 presenta un bajo número de plantas por  $m^2$ , producto de una mala implantación, de un 16% según datos aportados por Albano et al. (2013), determinando un bajo número de macollas/ $m^2$ . Además del bajo número de plantas por  $m^2$  existe un bajo número de macollos por planta, esto se puede explicar por lo mencionado por Carámbula (2002), ya que las reservas de dactilys son afectadas con defoliaciones intensas, las sustancias de reservas se encuentran en la base de macollas y vainas a diferencia de festuca que presenta tubérculos y rizomas como fuente de reservas que escapan al diente del animal.

En cuanto al número de plantas de leguminosas, no existen diferencias significativas entre tratamientos, esto es de esperar, ya que el componente leguminosa a partir del tercer año comienza a disminuir (Carámbula, 2007b). Si comparamos estos datos con los obtenidos por De Souza y Presno (2013), no coinciden ya que, en su trabajo encontraron diferencias significativas para los tratamientos F2 y F4, a favor de este último.

En promedio el número de macollas/ $m^2$  es de 1400, concuerda con lo mencionado por Scheneiter (2005), el cual en su trabajo muestra la evolución en cuanto al número de macollos por  $m^2$  (febrero a mayo) obteniendo valores entorno a 1000-1500 macollos por  $m^2$ .

Por otro lado, si lo comparamos con los valores obtenidos por De Souza y Presno (2013), valores promedios en torno a 3400 macollos/ $m^2$ , los valores del presente experimento resultan bajos, esto se atribuye a que según Formoso (2010), en festuca desde setiembre a marzo existe un predominio de la tasa de muerte de macollas por sobre la de formación de las mismas.

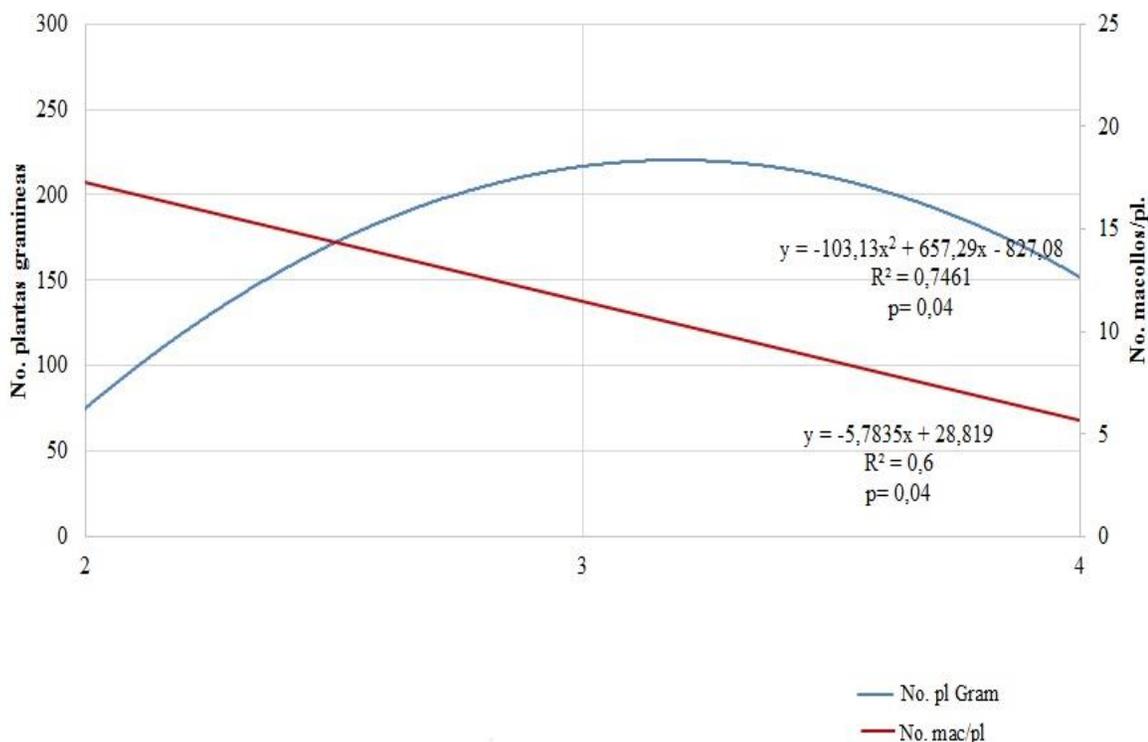


Figura No. 6. Número de plantas por  $m^2$  y número de macollos por planta según tratamiento.

Si bien no existe diferencia significativa en cuanto a número de plantas gramíneas  $/m^2$  ni en macollo por planta entre los tratamientos F3 y F4, si tomamos los valores absolutos, como se puede ver en la figura no. 6, el mayor número de macollos  $/m^2$  se atribuye a que F3 presenta un mayor número de plantas de gramínea y macollos por planta.

#### 4.3.2 Relación parte área/raíz y malezas en promedio según tratamiento

En el siguiente cuadro se puede observar los valores de parte área y raíz y la relación entre ambos, para cada tratamiento, los cuales presentan diferencias significativas para parte área y para parte raíz, medida en  $gramos/m^2$ .

Cuadro No. 17. Relación parte área/raíz para gramíneas según tratamiento.

TRAT.	PA Gram – $g/m^2$	PR Gram – $g/m^3$	Largo R Gram – cm	Rel. PA/PR gran	Malezas – $g/m^2$
D3	99	291	20	0,37	417
F2	313	1009	15	0,33	70
F3	566	1702	15	0,36	216
F4	289	596	15	051	155

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

Si bien no existen diferencias significativas, numéricamente el tratamiento que presenta mayor parte área es F3, ya que como se analizó en el cuadro de la sección anterior es el tratamiento que presenta mayor número macollo/m<sup>2</sup> y si tomamos en cuenta las estimaciones de biomasa fueron realizadas a fines de otoño, donde la tasa de macollaje es importante. Por otro parte el tratamiento D3, al tener menor número de macollos por m<sup>2</sup> es de esperar que presente el menor valor para parte área (g/m<sup>2</sup>).

En el caso del tratamiento F4, es el que presenta en valor absoluto, menor área foliar de los tres tratamientos de festuca, esto se explica por la mayor presión de pastoreo, que remueve el área foliar de la pastura.

Si comparamos los resultados en cuanto a largo de raíz en cm, Fariñas y Saravia (2010), obtuvieron valores para festuca de primer año de 12,6cm, similares a los resultados obtenidos en este trabajo. Del mismo modo De Souza y Presno (2013), obtuvieron valores entorno a los 15cm para largo de raíz. Hay que tener en cuenta que estos valores resultan bajos para las especies, ya que no se midió a mayor profundidad, porque no se trabajó a más de 20cm.

En cuanto al nivel de enmalezamiento, los tratamientos no presentan diferencias significativas, esto está determinado por un coeficiente de variación alto entre los tratamientos.

La relación parte área/raíz no presenta diferencias significativas entre las distintas dotaciones, mostrando que las plantas de las distintas especies mantiene un equilibrio entre el desarrollo de la parte área y el desarrollo radicular, esto concuerda con lo mencionado por Carámbula (2007b).

Gomes de Freitas y Klaassen (2011), reportan una relación de 2,17 y 2,54 para las mezclas con dactilys y para mezcla con festuca respectivamente; Folgar y Vega (2013), encontró para el caso de festuca una relación de 0,74 para una carga de cuatro novillos por parcela.

Cuadro No. 18. Relación parte área/raíz para leguminosas según tratamiento

TRAT.	PA Leg – g/m <sup>2</sup>	PR Leg- g/m <sup>3</sup>	Largo R Leg – cm	Rel. PA/PR leg	Malezas – g/m <sup>2</sup>
D3	81	115	25	0,69	417
F2	93	285	12	0,72	70
F3	22	31	12	0,94	216
F4	30	165	15	0,21	155

Letras distintas indican diferencias significativas (p≤10).

No existen diferencias significativas entre tratamientos. En cuanto a la parte área, F2 es el que presenta mayor valor absoluto, dado que si tomamos en cuenta la composición botánica (sección 4.2.6.1) es el tratamiento dentro de la mezcla FTbL que menor proporción de gramíneas presenta, esto determina una menor competencia con las leguminosas, dando lugar a su desarrollo. Además hay que tener en cuenta que la asignación es alta por lo tanto la presión de pastoreo es baja en dicho tratamiento, determinando que la tasa de crecimiento de las leguminosas sea mayor que la tasa de consumo del animal. El tratamiento D3 es de esperar que presente mayor largo de raíz, por contribución de la alfalfa, que se caracteriza por presentar una raíz pivotante profunda (Langer, 1981).

Cabe aclarar que en los tratamientos de FTbL el largo de raíz de leguminosa es exclusivo de *Trifolium repens*.

Hay que tener en cuenta que las medidas son realizadas a 20 cm. Si comparamos con De Souza y Presno (2013), reportan un valor promedio de 23cm, similares a los valores presentados en el cuadro.

Si comparamos los resultados obtenidos con Fariñas y Saravia (2010), obtuvieron para *Trifolium repens* un largo de raíz de 7 y 3,8cm, similares a los valores obtenidos por De Souza y Presno (2013) con valores entre 10 y 5cm.

#### 4.3.3 Producción animal

A continuación se presenta la ganancia por estación (verano- otoño) ganancia media diaria (GMD) y la productividad por hectárea (kg de carne/ha), para los distintos tratamientos, para el período del experimento.

Cuadro No. 19. Ganancia por estación (kg/an/d), GMD (kg/an/d) y productividad por ha (kg/ha PV).

TRAT.	OF (kg MS/100kg PV)	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	GMD. Verano (kg/an/d)	GMD. Otoño (kg/an/d)	G total/ día (kg/an/d)	kg/ha PV
D3	3,7	367	418	0,880	-0,087	0,42	119,5
F4	4,1	412	465	0,941	0,131	0,56	213,3
F3	7,8	326	389	0,885	0,104	0,52	147,7
F2	15,6	338	407	0,891	-0,066	0,43	82,8

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

No existe diferencias estadísticas, ni entre mezclas dactylis-alfalfa y festuca-trébol blanco y lotus, así como tampoco entre tratamientos con distintas dotaciones para ninguna de las variables medidas.

A través del ajuste de la función cuadrática de la evolución de peso de cada animal, durante el periodo bajo estudio, no se encontraron diferencias significativas dado que los intervalos de confianza se superponen.

Las ganancias de verano, están altamente influenciadas por el aporte de *Setaria geniculata* y *Digitaria sanguinalis* en estado vegetativo, producto del importante enmalezamiento estival presente en la pradera, sobre todo en el tratamiento D3 que presenta la mayor proporción de enmalezamiento. Estas especies de ciclo estivales, en verano son tiernas, estado vegetativo y duras en estado reproductivo, en el otoño. Esto estaría explicando la mayor ganancia en verano respecto al otoño. Las ganancias son menores en otoño ya que cuando la calidad o la cantidad del forraje disminuye, el tiempo de pastoreo, tasa de bocado aumentan, la producción del animal se resiente debido al incremento en gastos de energía para mantenimiento, dada a la mayor actividad de pastoreo involucrada en la búsqueda, selección, y manipulación del forraje (Ungar, citado por Baeten Van Lommel et al., 2008). En el caso del tratamiento F2 en otoño la ganancia es negativa, esto se puede explicar por un endurecimiento de la pastura, ya que como menciona Carámbula (1992), se recomienda en otoño realizar un manejo de forma tal que permita a las plantas recuperarse del periodo estival. Las condiciones climáticas de esta estación favorecen un proceso activo de macollaje, y una acumulación eficiente de reservas, aspectos fundamentales en la productividad y persistencia de las pasturas. En cuanto al manejo de pastoreo, es aconsejable realizar luego de las primeras lluvias otoñales, un pastoreo severo y rápido con el que se eliminaran los restos secos del forraje maduro del verano. Hay que tener en cuenta que el rebrote otoñal es más retrasado en *dactylis* que *festuca* (Carámbula, 2002).

La ganancia promedio es de 141 kg de PV/ha con una ganancia individual promedio de 0,48 kg/an/día. Si comparamos ganancia total según oferta con otros trabajos realizados, De Souza y Presno (2012), con asignaciones de forraje de 23,0 (F2) y 8,7 (F3) obtuvieron en invierno-primavera una respuesta en producción de 163 y 415 kg/ha PV respectivamente y en relación a la ganancia promedio 0,73 y 0,92 kg/an/d respectivamente a las anteriores asignaciones mencionadas, para los mismos tratamientos F2 y F3 en este trabajo, se obtuvo una ganancia de 82,8 y 148 kg PV/ha respectivamente, los que resultan valores inferiores, explicado por la estación en que se lleva a cabo el experimento. Hay que tener en cuenta que la producción de calor limitaría el consumo bajo condiciones de estrés calórico, determinando una baja en la producción animal (Forbes, 2003).

Por otra parte Bianchi et al. (2012), obtuvieron 275 kg de PV/ha, y 0,8 kg/an/día para el periodo estivo-otoñal, sobre la misma mezcla al finalizar su segundo año de vida, manejados con una asignación de forraje de 2,4% del PV, si los comparamos con la oferta 4,1 kg MS/100 kgPV del presente trabajo, resultan valores similares en cuanto a kg PV/ha, en tanto la GMD del experimento, resulta en valores inferiores respecto a estos autores, siendo de 0,56 kg PV/an/día. Estas diferencias en GMD, se deben a la

diferencia de peso de los animales, siendo en promedio de 50kg mayores en el actual experimento, que determina una menor eficiencia de conversión.

En cuanto a la mezcla dactylis-alfalfa, si comparamos los resultados obtenidos con otros autores, encontramos que Capandeguy y Larriera (2012) en la misma estación pero en su segundo año de vida con una oferta 50% inferior a la de este trabajo, obtuvieron GMD de 0,90 kg PV/an/día que duplicaron a los valores obtenidos en el presente trabajo, estas diferencias se atribuyen a la diferencia en la edad de la pastura y a que los autores destacan la elevada proporción de alfalfa que además de ser muy apetecida por el ganado presenta una excelente calidad aumentando el consumo voluntario, y aporta una elevada EM/Kg MS. Bianchi et al. (2012), para la misma mezcla y estación, con una oferta de 4,9 kg MS/100kg PV obtuvieron una ganancia superior, de 1,2 kg PV/an/día, debido a diferencia en edad de la pastura y menor peso de los animales de los mismos.

Datos presentados por Simeone et al. (2004), muestran que con ofertas de forraje de 3, 6 y 9 kg de MS/100kg de PV obtuvieron ganancias de 0,299 kg/día, 0,483 kg/día, 0,667 kg/día existiendo diferencias estadísticas, respectivamente para verano, en una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas con novillos hereford de 280 kg

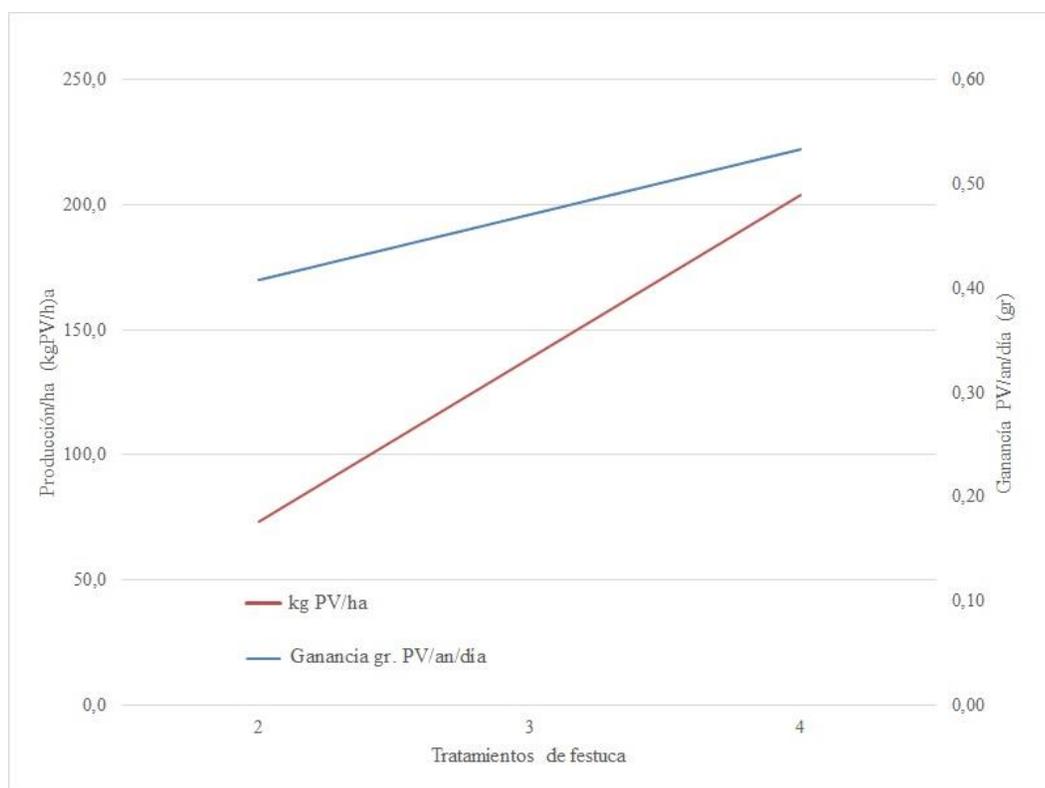


Figura No. 7. Producción animal (kg/ha PV) y Ganancia media diaria (kg/an/d) en función de la oferta de forraje.

En cuanto a la ganancia individual los resultados no coinciden con lo mencionado por Mott (1960), que dice que cuando la carga es baja, la producción individual es alta. Aumentos sucesivos en la carga provocan a partir de determinado momento, disminuciones en la ganancia individual. La causa de que a bajas cargas no se logren altas ganancias, como es el caso de tratamiento F2, puede estar explicado a que el animal está destinando mucho tiempo en el proceso de búsqueda de la estación alimentaria donde encuentra la mejor calidad del forraje, esto trae como consecuencia incrementos en los costos de mantenimiento y por consiguiente se disminuye la ganancia.

Lo que se observa en la gráfica coincide con lo mencionado por Mott (1960), en cuanto a la producción por hectárea aumenta dentro de cierto rango debido a que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de producción por animal. Se espera que a determinada carga animal la producción por hectárea descienda a causa del marcado descenso de la producción por animal, que corresponde a la “capacidad de carga”, o sea la carga animal óptima que puede soportar la pradera. En el actual ensayo esto no se obtuvo, ya que con la carga más alta la producción por animal no se resintió y por esto

no se alcanza un punto de inflexión en la gráfica. El mejor tratamiento es F4 con una oferta de 4,1 kgMS/100 kg PV ya que se obtiene el máximo valor de producción de carne por hectárea.

A continuación se presentan los datos de eficiencia de producción (kg de forraje producido para producir 1 kg de PV) en el periodo para cada tratamiento.

Cuadro No. 20. Eficiencia de producción de forraje según tratamiento.

Trat.	OF kg MS/100kg PV	Producción kg/ha PV	Producción forraje kg/ha de MS	Eficiencia de producción
D3	3,7	119,5	3268,0	27,3
F2	15,6	82,8	2897,0	35,0
F3	7,8	147,7	4718,0	31,9
F4	4,1	213,3	3925,0	18,4

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

Se logra mejor eficiencia de producción, a mayores cargas, las diferencias entre tratamientos son atribuidas a que el animal gasta menos energía en la búsqueda, selección, y manipulación del forraje, por ende es F4 el tratamiento con mayor eficiencia.

Aunque no se midió en el actual experimento la calidad del forraje, se espera que la dieta consumida en la medida que aumenta la dotación sea de mejor calidad, ya que se favorece la presencia de material verde.

Abud et al. (2011), en el periodo estivo otoñal para mezcla festuca, trébol blanco y *Lotus corniculatus* con una asignación de 10,5% PV encontró eficiencia de producción de 31,3 kg de MS para producir 1 kg de PV. Por otra parte Cabrera et al. (2013), para la misma mezcla en el mismo periodo, obtuvo a bajas asignaciones (2,8% PV) una eficiencia de producción de 16 kg MS/ kg PV y a altas asignaciones (9,6% PV) un valor de 50 kg MS/ kg PV.

Folgar y Vega (2013), para la misma mezcla pero en el periodo invierno primaveral encontró eficiencias de producción para asignaciones de 5,1%, 7,7% y 12,8% de 24, 31 y 51 kg de MS/kg PV producido respectivamente.

## 5. CONCLUSIONES

Se constato efecto de la dotación y el tipo de mezcla sobre algunas de las variables estudiadas, como disponibilidad de forraje, forraje remanente, altura del remanente, forraje desaparecido, tasa de crecimiento, producción de forraje, composición botánica y algunos de componentes estructurales de la pastura.

La carga tuvo efecto en la calidad del remanente, de este modo las mayores cargas resultaron en un remanente de mejor calidad fotosintética, obteniéndose mejores tasas de crecimiento y mayores producciones de forraje.

La baja producción de la mezcla *Dacylis glomerata* y *Medicago sativa*, se debe al bajo aporte de *dactylis* así como por el manejo incorrecto que perjudica a *Medicago sativa*. Se evidencio en los años anteriores excesos hídricos en el invierno que castigaron a la mezcla.

En el presente trabajo en base a los resultados obtenidos, se concuerda con la bibliografía citada, ya que al tratarse de una pradera de cuarto año predomina la fracción gramínea y el enmalezamiento estival. El tipo de enmalezamiento jugó un rol importante tanto en la producción animal como en la producción de forraje.

Con respecto a la producción animal, el manejo de distintas cargas no resultó en diferencias en las ganancias individuales así como tampoco existió un efecto mezcla, siendo los valores similares entre tratamientos. Si se considera la ganancia por estación, en el periodo estival se constatan ganancias mayores que en otoño, estas ganancias están explicadas por las características del enmalezamiento estival (*Setaria geniculata* y *Digitaria sanguinalis*) que presentan una alta tasa de crecimiento y son de tipo productivo tiernas.

Si tomamos en cuenta la producción por unidad de superficie, esta aumenta en función de la dotación, y a su vez a mayor dotación mayor eficiencia de producción (kg MS/kg PV).

Con el rango de oferta utilizado no se llegó al punto de óptimo entre la producción por hectárea y ganancia individual, por lo que sería recomendado en futuros ensayos trabajar con ofertas menores en el periodo estivo otoñal.

Se recomienda trabajar con ofertas menores a las utilizadas en el actual ensayo hasta fines de verano, de este modo se favorece la resiembra y rebrote de las especies sembradas invernales.

Si bien no se midió el efecto de la sombra en la ganancia animal en este experimento, sería interesante conocer el efecto que tiene sobre el desempeño animal durante el verano.

## 6. RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay), en el potrero No. 34 (Latitud 32° 22' 30,98" S y Longitud 58° 03' 46,00" O) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km 363, en el período estivo-otoñal, comprendido entre el 29/01/2013 al 27/05/2013. Los objetivos fueron evaluar la producción estivo-otoñal de forraje de dos mezclas de cuarto año y la producción animal, utilizando 12 novillos Holando con un peso inicial de 355 kg PV asignados completamente al azar dentro de cada tratamiento, el método de pastoreo utilizado es rotativo, con un criterio de salida de intensidad 7cm, además se evaluaron los componente estructurales de la pastura. Los tratamientos corresponden a dos mezclas forrajeras, una ultrasimple compuesta por *Dactylis glomerata* cultivar INIA Perseo y *Medicago sativa* cultivar Chaná, con 3 novillos por parcela, la segunda es un mezcla simple compuesta por *Festuca arundinacea* cultivar Tacuabé, *Trifolium repens* cultivar Zapicán y *Lotus corniculatus* cultivar San gabriel, dividida en tres tratamientos con 2, 3 y 4 novillos por parcela. El diseño experimental comprende un área de 3,84ha, dividido en tres bloques completos al azar con cuatro tratamientos cada uno de 1,28 ha. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una a un tratamiento diferente dentro de cada bloque. En cuanto a las variables evaluadas se encontró diferencias en la producción de materia seca a favor del tratamiento F3. Existe diferencias en cuanto a la disponibilidad y remanente del forraje entre distintas dotaciones y entre mezcla, no así en altura del disponible, no existiendo diferencias estadísticas entre tratamientos. En cuanto a la composición botánica existe diferencias entre los tratamientos, predominando el componente gramínea sobre la leguminosa para la mezcla FTbLc, lo contrario ocurre para mezcla DA existiendo en promedio para ambas mezclas un 50% de malezas y un 8% suelo desnudo. El tratamiento F3 es el que presenta más forraje desaparecido y mayor tasa de crecimiento; no se encontraron diferencias entre los tratamientos para porcentaje de utilización. Sin embargo no se encontraron diferencias significativas en las ganancia individual entre los tratamientos, pero si en la producción por ha aumentado a mayor dotación y en la eficiencia de producción.

Palabras clave: Mezcla forrajera; Productividad; Producción animal; Dotación.

## 7. SUMMARY

The experiment was made at the experimental station “Dr. Mario A. Cassinoni” (Faculty of Agronomy, University of the Republic, Paysandú, Uruguay) in the field number 34 (Latitude 32° 22’30,98”South and longitude 58° 03’ 46,00”West) located on the National route number 3, Km 363, during the period summer-autumn beginning the 29th of January 2013 until the 27th of May 2013. The objectives were to evaluate the production summer-autumn of forage of two mixtures in the fourth year and the animal production, using 12 Holando steers with an initial weight of the 355 kg PV assigned completely at random within each treatment. The grazing method used was rotational with a criterion of intensity output of 7 cm. Besides the structure components of the grazing were evaluated. The treatments correspond to two forage mixtures, an ultra simple one composed by *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo y *Medicago sativa* cv. Chaná, with three steers per plot; the second one is a simple mixture composed by *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, *Trifolium repens* cv. Zapicán and *Lotus corniculatus* cv San Gabriel, divided in three treatments con 2,3, and 4 steers per plot. The experimental design covers an area of 3.84 ha divided in three complete block at random with four treatments each one of 1.28 ha. The experimental unit is the plot, corresponding each one to different treatment within each block. As for the evaluated variables differences were found in the production of dry matter in favour of the treatment F3. There are differences as for the availability and the remaining forage and different animal load and between mixture not this way on the height of the available one, not existing statistical differences among treatments. As for the botanical composition there are differences among the treatment prevailing the grass component over the legume for the mixture FTbLc, the opposite occurs for the mixture DA existing in average for both mixtures a 50% of weed and an 8% of uncovered soil. The treatment F3 is the one which presents more disappeared forage and the highest growth rate, differences were not found in the treatments for percentage of use. However meaningful differences were not found in the individual gain among the treatments, but they were in the production on the ha has increased for higher animal load and the efficiency of production.

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

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD CLARIGET, Ma. J.; GAUDENTI BORRA, C.; ORTICOCHEA DELL' ACQUA, V.; PUIG FERRES, V. M. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
2. ACLE MAUTONE, F.; CLEMENT PIQUET, G. 2004. Características de la implantación y vigor de las gramíneas y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del 2º año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
3. AGUSTONI, F.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
4. 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.
5. ALMADA, F. S.; PALACIOS, A. M.; VILLALBA, P.S.; ZIPITRÍA, M. G. 2007. Efecto de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 90 p.
6. 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.
7. AYALA, W.; BEMHAJA, M.; COTRO, B.; DOCANTO, J.; GARCÍA, J.; OLMOS, F.; REAL, D.; REBUFFO, M; REYNO,R.; ROSSI, C.; SILVA, J. 2010. Forrajeras, catálogo de cultivares. Montevideo, INIA. 131 p.
8. AYALA TORALES, A.; ACOSTA, G.; DEREGIBUS, V. A. CABRINI, S. 1995. Efecto de la modalidad de defoliación y de la fertilización fosforada en pasturas integradas por *Lotus corniculatus* L. 1. Características productivas de la leguminosa. In: Congreso Argentino de

Producción Animal (19º, 1995, Mar del Plata, Argentina). Resúmenes. Revista Argentina de Producción Animal.15 (1): 77-80.

9. BAETEN VAN LOMMEL, A.; FABER DÍAZ, A. C.; FERNÁNDEZ LLANO, L.; FERREIRA DONNINI, G. 2008. Intensidad de pastoreo de pasturas permanente, efectos en la pastura y respuesta en la producción de vaquillonas Holando. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
10. BERRETA, E. J. 1996. Campo natural; valor nutritivo en manejo. *In*:Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113-127 (Serie Técnica no. 80).
11. BIANCHI, J. L. 1982 Relación de distintos parámetros de la pastura con el consumo y ganancia de peso de novillos en pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 83 p.
12. BIANCHI, F. S.; DÍAZ, C. A.; MUSSACCO, M. M. 2012 Evaluación estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 117 p.
13. BROUGHAM, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. 7 (5): 377-387.
14. CABRERA URRUTIA, J. G.; LUZARDO MAUCCIONE, A.; MACKINNON VERDIER, P. J. 2013. Efecto de la dotación animal en una mezcla forrajera en el período estivo-otoñal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
15. CANGIANO, C. A. 1997. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. *In*: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. Estación Agropecuaria Experimental Balcarce. pp. 41 – 83.
16. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.

17. \_\_\_\_\_. 1992. Manejo de praderas. Montevideo, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 17).
18. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
19. \_\_\_\_\_. 2007a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
20. \_\_\_\_\_. 2007b. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
21. CAPANDEGUY, J.; LARRIERA, M. 2012. Producción estivo-otoñal de dos mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
22. CASTAÑO, J. P.; GIMÉNEZ, A.; CERONI, M.; FUREST, J.; AUNCHAYNA, R. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. 33 p. (Serie Técnica no. 193).
23. CAYLEY, J.W.D.; BIRD, P.R. 1991. Techniques for measuring pastures. Victorian Department of Agriculture. Technical Report Series no. 191. 41 p.
24. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26as., 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
25. \_\_\_\_\_. SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.
26. COLABELLI, M.; AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; LABREVEUX, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 148. 21 p.

27. 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.
28. DE SOUZA, D. P.; PRESNO SANDAR, J. P. 2013. Productividad invierno-primaveral de pradera mezclas con *Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* en su tercer año pastoreadas con novillos holando con distintas dotaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 150 p.
29. 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.
30. FARIÑAS CHIAPPARA, Ma. F.; SARA VIA OLAZABAL, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
31. FOGLINO, F.; FERNÁNDEZ, F. 2009 Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, *T. Blanco*, *Lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
32. FOLGAR PÉREZ, L. H.; VEGA MELGAR, G. 2013. Efecto de la dotación animal sobre la producción invierno-primaveral de una pastura de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* de tercer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 118 p.
33. FORBES, J.M. 1995. Voluntary food intake and diet selection in farm animals. Wallingford, CABI. pp. 204-247.
34. \_\_\_\_\_. 2003. The multifactorial nature of food intake control. *Journal of Animal Science*. 81:139-144.

35. FORMOSO, F. A. 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).
36. \_\_\_\_\_. 2000. Alfalfa en mezclas forrajeras. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 75-94 (Boletín de Divulgación no. 69).
37. \_\_\_\_\_. 2010. *Festuca arundinacea*; manejo para la producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 200 p. (Serie Técnica no. 182).
38. FULKERSON, W. J.; SLACK, K. 1994. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*, 1. Effect of water-soluble carbohydrates and senescence. *Grass and Forage Science*. 49 (4): 373-377.
39. GARCÍA, J.; FORMOSO, F.A.; RISSO, D.; ARROSPIDE, C.; OTT, P. 1981. Productividad y estabilidad de praderas: factores que afectan la productividad y estabilidad de praderas. La Estanzuela, CIAAB. Miscelánea no. 29. 23 p
40. GIMÉNEZ, L. 2012. Producción de maíz con estrés hídrico provocado en diferentes etapas de desarrollo. *Agrociencia* (Montevideo). 15: 92-102.
41. GOMES DE FREITAS, S.; KLAASSEN, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial con mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p
42. HODGSON, J. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
43. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2004. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado abr. 2014. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)

44. \_\_\_\_\_. 2005. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p.  
Consultado abr. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
45. \_\_\_\_\_. 2006. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p.  
Consultado abr. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
46. \_\_\_\_\_. 2007. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p.  
Consultado abr. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
47. \_\_\_\_\_. 2008. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p.  
Consultado abr. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
48. \_\_\_\_\_. 2009. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p.  
Consultado abr. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
49. \_\_\_\_\_. 2010. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 94 p.  
Consultado abr. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
50. \_\_\_\_\_. 2011a. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 101 p.  
Consultado mar. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
51. \_\_\_\_\_. 2011b. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 101 p.  
Consultado abr. 2014. Disponible en  
[http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/resultados/index\\_00.htm](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm)
52. KLOSTER, A.; LATIMORI, N. 2004. Invernadas pastoriles de alta productividad. (en línea). Rio Cuarto, Córdoba, s.e. s.p. Consultado 20 abr. 2014. Disponible en  
[http://www.produccionbovina.com/informacion\\_tecnica/invernada\\_o\\_eng\\_orde\\_pastoril\\_o\\_a\\_campo/55-invernadas\\_pastoriles\\_alta\\_produccion.pdf](http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_eng_orde_pastoril_o_a_campo/55-invernadas_pastoriles_alta_produccion.pdf)

53. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
54. LEBORGNE, R. 2008. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. 2<sup>a</sup>. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
55. MENDOZA, P.; LASCANO, C. 1985. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. In: Lascano, C.; Pizzaro, E. eds. Evaluación de pasturas con animales. Cali, CO, CIAT. pp. 143-165.
56. MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: Fahey, G. C.; Collins, M.; Mertens, D. R.; Moser, L. E. eds. Forage quality, evaluation, and utilization. Madison, WI, ASA/CSSA/SSSA. pp.450-493.
57. MILLOT, J. C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
58. MOLITERNO, E.A. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia* (Montevideo). 6(1): 40 - 52.
59. MONTOSSI, F.; RISSO, D. F.; PIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
60. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606–611.
61. MUSLERA PARDO, E. de; RATERA GARCÍA, C. 1984. Praderas y forrajes; producción y aprovechamiento. Madrid, España, Mundi-Prensa. 702 p.

62. 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).
63. PANDO, L. 2010. Efecto de la carga animal sobre la interacción animal-pastura. (en línea). Tesis Ing.Agr. Buenos Aires, Argentina. Universidad Católica Argentina. Facultad de Ciencias Agrarias. 32 p. Consultado may. 2014. Disponible en <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/efecto-carga-interaccion-animal-pastura.pdf>.
64. 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.
65. REARTE, D. H.; SANTINI, F. J. 1989. Digestión ruminal y producción en animales a pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 9: 93-105.
66. REBUFFO, M. 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).
67. \_\_\_\_\_. 2005. Alfalfa principios de manejo de pastoreo. *Revista INIA*. no. 5: 2-4.
68. RÍOS, A.; GIMÉNEZ, A. 1992. Ecofisiología de malezas. *Investigaciones Agronómicas*. 1 (2): 157-166.
69. \_\_\_\_\_. 2007. Manejo de malezas en pasturas. *In*: Jornada de Manejo e Instalación de Pasturas (2007, Young, Río Negro). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 39-49 (Actividades de Difusión no. 483)
70. RODRÍGUEZ, L. J. 1988. Las malezas y el agroecosistema. (en línea). Montevideo, s.e. 26 p. Consultado nov. 2009. Disponible en <http://www.pv.fagro.edu.uy/Malezas/Doc/LAS%20MALEZAS%20Y%20EL%20AGROECOSISTEMAS1>

71. SANTIÑAQUE, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
72. \_\_\_\_\_.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. no. 2: 16-21.
73. SCHENEITER, O.; PAGANO, E. 1998. Producción de forraje y composición botánica de pasturas mixtas de festuca y trébol blanco fertilizadas con nitrógeno. INTA (Pergamino). Revista de Tecnología Agropecuaria. 3(9):10-14.
74. \_\_\_\_\_. 2005. Mezclas de especies forrajeras perennes templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
75. SIMEONE, A.; BERETTA, V.; FRANCO, J.; BALDI, F. 2004. Manejo nutricional de ganado de carne. (en línea). In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (6ª., 2004, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 4-10. Consultado 10 dic. 2011. Disponible en <http://www.upic.com.uy/PublicacionJornadaUPIC2004.pdf>
76. TOTHILL J.; HARGREAVES J.; JONES R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. Tropical Agronomy. Technical Memorandum no. 8. 20 p.
77. VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2<sup>nd</sup>. ed. Ithaca, NY, Cornell University Press. 476 p.
78. VELASCO, M. E.; HERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México. 43 (2): 247-258.
79. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15: 13-17.

80. \_\_\_\_\_.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.
81. \_\_\_\_\_.; BOGGIANO P.; CADENAZZI M.; SILVEIRA D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reuniao do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos. Desafios e Oportunidades do Bioma Campos Frente à Expansao e Intensificação Agrícola (21ª., 2006, Pelotas). Trabalhos apresentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
82. \_\_\_\_\_. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. Agrocienca (Montevideo). 14(3): 26-30.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Cantidad de MS y altura en cm del forraje disponible y remanente.

Disponibilidad (kg MS/ha) de forraje

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
DISP Kg./HA	12	0,93	0,88	9,84

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>
Modelo.	6077892,12	5	1215578,42	16,44	0,0019
Bloque	1223021,14	2	611510,57	8,27	0,0189
Tratamiento	4854870,98	3	1618290,33	21,88	0,0012
Error	443683,89	6	73947,31		
<b>Total</b>	<b>6521576,00</b>	<b>11</b>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=431,44814

Error: 73947,3142 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
DA3	1906,63	3	157,00 A
F4	2579,03	3	157,00 B
F2	2885,80	3	157,00 B
F3	3677,33	3	157,00 C

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

Disponibilidad ajustada (kg MS/ha) de forraje.

<u>Tratamientos</u>	<u>Disponibilidad ajustada (kgMS/ha)</u>
D3	2360
F2	3292
F3	4327
F4	3114

Altura promedio del forraje disponible (cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
ALT DISP 12	0,12	0,00	11,74	

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>
Modelo.	3,25	5	0,65	0,16	0,9692
Bloque	0,75	2	0,38	0,09	0,9133
Tratamiento	2,50	3	0,83	0,20	0,8907
Error	24,60	6	4,10		
Total	27,85	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,21251

Error: 4,0997 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

DA3	16,57	3	1,17	A
F4	17,20	3	1,17	A
F3	17,40	3	1,17	A
F2	17,83	3	1,17	A

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

Forraje Remanente (kg MS/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
REM Kg./HA 12	0,94	0,89	9,85	

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>
Modelo.	3098277,14	5	619655,43	19,26	0,0012
Bloque	1675469,12	2	837734,56	26,04	0,0011
Tratamiento	1422808,02	3	474269,34	14,74	0,0036
Error	193038,75	6	32173,13		
Total	3291315,89	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=284,58632  
 Error: 32173,1253 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
DA3	1302,27	3	103,56 A
F4	173,47	3	103,56 B
F2	2023,70	3	103,56 B C
F3	2217,80	3	103,56 C

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

Altura promedio del forraje remanente (cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
ALT REM	12	0,96	0,93	7,71

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>
Modelo.	80,25	5	16,05	29,56	0,0004
Bloque	76,12	2	38,06	70,09	0,0001
Tratamiento	4,13	3	1,38	2,53	0,1532
Error	3,26	6	0,54		
<u>Total</u>	<u>83,51</u>	<u>11</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,16920

Error: 0,5431 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F4	8,70	3	0,43 A
F2	9,47	3	0,43 A B
DA3	9,73	3	0,43 A B
F3	10,33	3	0,43 B

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

Anexo No. 2. Forraje desaparecido y % de utilización

Forraje desaparecido (kg/ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
DES Kg./HA	12	0,66	0,38	28,99

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>
Modelo.	2101779,76	5	420355,95	2,38	0,1609
Bloque	201540,46	2	100770,23	0,57	0,5935
Tratamiento	1900239,31	3	633413,10	3,58	0,0860
Error	1061104,40	6	176850,73		

Total 3162884,16 11

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=667,22272

Error: 176850,7331 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

DA3 1050,27 3 242,80 A

F2 1268,33 3 242,80 A

F4 1374,60 3 242,80 A

F3 2109,50 3 242,80 B

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

Porcentaje de utilización (%)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

% UTIL 12 0,59 0,24 17,41

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>
Modelo.	711,46	5	142,29	1,71	0,2650
Bloque	418,46	2	209,23	2,52	0,1607
Tratamiento	293,00	3	97,67	1,18	0,3946
Error	498,67	6	83,11		
<u>Total</u>	<u>210,13</u>	<u>11</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=14,46426

Error: 83,1108 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

F2 43,90 3 5,26 A

F4 54,43 3 5,26 A

DA3 54,70 3 5,26 A

F3 56,40 3 5,26 A

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

### Anexo No. 3. Tasa de crecimiento y crecimiento ajustado

#### Tasa de crecimiento

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
TCREC	12	0,71	0,46	21,32

#### 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>
Modelo.	309,01	5	61,80	2,90	0,1137
Bloque	102,62	2	51,31	2,41	0,1708
Tratamiento	206,39	3	68,80	3,23	0,1033
Error	127,88	6	21,31		
<u>Total</u>	<u>436,89</u>	<u>11</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,32475

Error: 21,3133 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

F2	16,87	3	2,67	A
DA3	19,17	3	2,67	A
F4	22,70	3	2,67	A B
F3	27,87	3	2,67	B

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

#### Crecimiento ajustado

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
CREC AJUS	12	0,64	0,34	20,68

#### 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>
Modelo.	6247810,06	5	1249562,01	2,13	0,1919
Bloque	493771,81	2	246885,90	0,42	0,6743
Tratamiento	5754038,25	3	1918012,75	3,27	0,1009
Error	3518005,50	6	586334,25		
<u>Total</u>	<u>9765815,56</u>	<u>11</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1214,89859

Error: 586334,2500 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

F2	2897,20	3	442,09	A
DA3	3267,93	3	442,09	A
F4	3924,80	3	442,09	A B
F3	4718,00	3	442,09	B

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

Anexo No. 4. Composición botánica y suelo descubierto del disponible y remanente

Composición botánica y suelo descubierto del disponible

Gramíneas del forraje disponible (%)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
GRAM % 12 0,88 0,77 24,92

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>
Modelo.	2641,76	5	528,35	8,42	0,0110
Bloque	672,06	2	336,03	5,36	0,0462
Tratamiento	1969,70	3	656,57	10,47	0,0085
Error	376,30	6	62,72		
Total	3018,06	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,56487

Error: 62,7164 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

DA3	12,40	3	4,57	A
F2	28,57	3	4,57	B
F4	40,33	3	4,57	B C
F3	45,83	3	4,57	C

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

Leguminosas del forraje disponible (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Columna1	12	0,43	0,00	84,00

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>
Modelo.	841,47	5	168,29	0,91	0,5300
Bloque	470,25	2	235,13	1,28	0,3456
Tratamiento	371,22	3	123,74	0,67	0,6003
Error	1106,42	6	184,40		
Total	1947,89	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=21,54521

Error: 184,4025 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F3	7,63	3	7,84 A
F4	15,33	3	7,84 A
F2	19,07	3	7,84 A
DA3	22,63	3	7,84 A

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

Malezas en el disponible (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
MALEZA%	12	0,30	0,00	35,31

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>
Modelo.	871,73	5	174,35	0,52	0,7572
Bloque	90,83	2	45,42	0,13	0,8766
Tratamiento	780,90	3	260,30	0,77	0,5507
Error	2024,37	6	337,39		
Total	2896,10	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=29,14315

Error: 337,3947 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F4	44,20	3	10,60 A
F3	46,57	3	10,60 A
F2	52,27	3	10,60 A
DA3	65,03	3	10,60 A

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

Suelo Desnudo del disponible (%)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SD%	12	0,80	0,64	42,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	195,25	5	39,05	4,90	0,0394
Bloque	117,29	2	58,64	7,35	0,0243
Tratamiento	77,97	3	25,99	3,26	0,1016
Error	47,85	6	7,97		
Total	243,10	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,48049

Error: 7,9747 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F2	3,97	3	1,63 A
F3	5,20	3	1,63 A
F4	6,50	3	1,63 A B
DA3	10,73	3	1,63 B

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

Disponibilidad de gramíneas (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP GRAM(Kg/Hà)	12	0,90	0,82	29,58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4480127,70	5	896025,54	11,11	0,0054
Bloque	1162783,63	2	581391,82	7,21	0,0254
Tratamiento	3317344,07	3	1105781,36	13,71	0,0043
Error	483758,43	6	80626,40		
Total	4963886,13	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=450,51167

Error: 80626,4047 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
DA3	223,93	3	163,94 A
F2	856,80	3	163,94 B
F4	1062,77	3	163,94 B
F3	1696,73	3	163,94 C

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

Disponibilidad de leguminosas (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIS LEG(Kg/Hà)	12	0,25	0,00	89,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	238979,05	5	47795,81	0,39	0,8380
Bloque	118971,13	2	59485,56	0,49	0,6358
Tratamiento	120007,93	3	40002,64	0,33	0,8053
Error	730238,17	6	121706,36		
Total	969217,22	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=553,50817

Error: 121706,3614 gl: 6

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F3	268,43	3	201,42 A
F4	334,50	3	201,42 A
DA3	428,37	3	201,42 A
F2	533,80	3	201,42 A

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

Disponibilidad Malezas (Kg/Ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP MALEZAS (Kg/Ha)	12	0,27	0,00	46,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	934234,11	5	186846,82	0,44	0,8104
Bloque	405637,55	2	202818,78	0,47	0,6450
Tratamiento	528596,55	3	176198,85	0,41	0,7517
Error	2576861,94	6	429476,99		
Total	3511096,05	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1039,77015

Error: 429476,9903 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

F4	1176,77	3	378,36	A
DA3	1254,20	3	378,36	A
F2	1492,30	3	378,36	A
F3	1711,27	3	378,36	A

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

Composición botánica y suelo descubierto del remanente

Gramíneas del forraje remanente (%)

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
GRAM %1 12 0,75 0,54 51,29

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>
Modelo.	3277,72	5	655,54	3,62	0,0744
Bloque	1241,60	2	620,80	3,43	0,1017
Tratamiento	2036,12	3	678,71	3,75	0,0792
Error	1086,93	6	181,16		
Total	4364,65	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=21,35467

Error: 181,1553 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

DA3	4,63	3	7,77	A
F2	27,73	3	7,77	B
F3	34,40	3	7,77	B
F4	38,20	3	7,77	B

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

Leguminosas del forraje remanente (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
LEG%1	12	0,49	0,07	113,92

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>
Modelo.	715,56	5	143,11	1,17	0,4192
Bloque	630,88	2	315,44	2,58	0,1551
Tratamiento	84,69	3	28,23	0,23	0,8716
Error	732,64	6	122,11		
Total	1448,20	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,53221

Error: 122,1064 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F3	5,67	3	6,38 A
DA3	9,43	3	6,38 A
F2	10,70	3	6,38 A
F4	13,00	3	6,38 A

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

Malezas en el remanente (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
MALEZA%1	12	0,68	0,42	34,53

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>
Modelo.	3457,48	5	691,50	2,59	0,1394
Bloque	1239,81	2	619,90	2,32	0,1794
Tratamiento	2217,67	3	739,22	2,77	0,1337
Error	1604,03	6	267,34		
Total	5061,51	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=25,94170

Error: 267,3389 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F4	32,20	3	9,44 A
F3	43,03	3	9,44 A
F2	44,83	3	9,44 A B
DA3	69,37	3	9,44 B

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

Suelo desnudo del remanente (%)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
SD%1	12	0,83	0,68	48,03

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>
Modelo.	816,49	5	163,30	5,77	0,0272
Bloque	536,87	2	268,43	9,49	0,0139
Tratamiento	279,62	3	93,21	3,29	0,0997
Error	169,80	6	28,30		
Total	986,28	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,44023

Error: 28,2992 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
F2	7,30	3	3,07 A
F3	8,77	3	3,07 A
F4	8,87	3	3,07 A
DA3	19,37	3	3,07 B

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

Remanente gramíneas (kg/Hà)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
REM GRAM(Kg/Hà)	12	0,64	0,33	69,62

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>
Modelo.	1405076,26	5	281015,25	2,09	0,1977
Bloque	482359,05	2	241179,52	1,79	0,2449
Tratamiento	922717,22	3	307572,41	2,29	0,1785
Error	806294,31	6	134382,39		
Total	2211370,58	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=581,61898

Error: 134382,3856 gl: 6

<u>Tratamiento</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
DA3	67,67	3	211,65 A
F2	546,37	3	211,65 A B
F4	734,30	3	211,65 B
F3	757,73	3	211,65 B

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

Remanente leguminosas (kg/Hà)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
REM LEG(Kg/Hà)	12	0,32	0,00	108,10

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>
Modelo.	64365,08	5	12873,02	0,57	0,7215
Bloque	60684,40	2	30342,20	1,35	0,3282
Tratamiento	3680,69	3	1226,90	0,05	0,9817
Error	134933,5	6	22488,92		
Total	199298,58	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=237,93134

Error: 22488,9164 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

DA3	114,00	3	86,58 A
F3	134,90	3	86,58 A
F4	143,17	3	86,58 A
F2	162,83	3	86,58 A

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

Remanente Malezas (kg/Ha)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
REM MALEZAS (Kg/Ha)	12	0,46	0,01	33,53

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>
Modelo.	419879,92	5	83975,98	1,01	0,4836
Bloque	47490,77	2	23745,38	0,29	0,7606
Tratamiento	372389,15	3	124129,72	1,50	0,3077
Error	497333,74	6	82888,96		
Total	917213,66	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=456,78910

Error: 82888,9569 gl: 6

Tratamiento Medias n E.E.

F4	554,73	3	166,22 A
DA3	935,47	3	166,22 A
F3	968,37	3	166,22 A
F2	976,23	3	166,22 A

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

## Anexo No. 5. Componentes estructurales de la pastura

### Número de plantas de gramíneas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
No. pl Gram	8	0,93	0,84	25,19

### 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>
Modelo.	39736,50	4	9934,13	10,20	0,0429
BLOQUE	5886,13	1	5886,13	6,05	0,0909
TRAT.	33850,38	3	11283,46	11,59	0,0371
Error	2920,38	3	973,46		
<u>Total</u>	<u>42656,88</u>	<u>7</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=73,42562

Error: 973,4583 gl: 3

TRAT. Medias n E.E.

D3	52,00	2	22,06	A
F2	75,00	2	22,06	A
F4	152,00	2	22,06	B
F3	216,50	2	22,06	B

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

### Número de plantas de leguminosas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
No. pl Leg	8	0,69	0,27	82,27

### 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>
Modelo.	10198,00	4	2549,50	1,63	0,3577
BLOQUE	2450,00	1	2450,00	1,57	0,2988
TRAT.	7748,00	3	2582,67	1,66	0,3443
Error	4678,00	3	1559,33		
<u>Total</u>	<u>14876,00</u>	<u>7</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=92,93053

Error: 1559,3333 gl: 3

TRAT.	Medias	n	E.E.
F4	23,00	2	27,92 A
D3	25,00	2	27,92 A
F3	44,00	2	27,92 A
F2	100,00	2	27,92 A

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

Número de macollos gramíneas/m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. mac/m <sup>2</sup>	8	0,94	0,87	17,66

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2150840,98	4	537710,24	12,59	0,0322
BLOQUE	223646,72	1	223646,72	5,24	0,1061
TRAT.	1927194,26	3	642398,09	15,04	0,0259
Error	128109,88	3	42703,29		
Total	2278950,86	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=486,31718

Error: 42703,2933 gl: 3

TRAT.	Medias	n	E.E.
D3	452,10	2	146,12 A
F4	1050,00	2	146,12 B
F2	1387,50	2	146,12 B C
F3	1791,70	2	146,12 C

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

Número de macollos/planta de gramínea

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. mac/pl	8	0,83	0,60	32,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	181,50	4	45,38	3,64	0,1583
BLOQUE	1,13	1	1,13	0,09	0,7834
TRAT.	180,38	3	60,13	4,83	0,1143
Error	37,38	3	12,46		
Total	218,88	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,30652

Error: 12,4583 gl: 3

TRAT.	Medias	n	E.E.
F4	7,00	2	2,50 A
F3	8,50	2	2,50 A
D3	9,00	2	2,50 A
F2	19,00	2	2,50 B

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

Parte área gramíneas (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PA Gram - g	8	0,76	0,43	48,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	220589,00	4	55147,25	2,34	0,2556
BLOQUE	2,00	1	2,00	8,5E-05	0,9932
TRAT.	220587,00	3	73529,00	3,12	0,1877
Error	70763,00	3	23587,67		
Total	291352,00	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,74807

Error: 2,0000 gl: 6

TRAT.	Medias	n	E.E.
D3	98,50	2	108,60 A
F4	289,00	2	108,60 B
F2	313,00	2	108,60 C
F3	565,50	2	108,60 D

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

Parte raíz gramíneas (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PR Gram - g	8	0,63	0,13	74,07

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2250291,00	4	562572,75	1,27	0,4401
BLOQUE	11704,50	1	704,50	0,03	0,8813
TRAT.	2238586,50	3	746195,50	1,68	0,3399
Error	1330838,50	3	443612,83		
Total	3581129,50	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,74807

Error: 2,0000 gl: 6

TRAT. Medias n E.E.

D3	290,50	2	470,96	A
F4	595,50	2	470,96	B
F2	1009,00	2	470,96	C
F3	1702,00	2	470,96	D

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

Largo raíz gramíneas (cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Largo R Gr - cm	8	0,46	0,00	24,23

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>
Modelo.	38,50	4	9,63	0,65	0,6648
BLOQUE	3,13	1	3,13	0,21	0,6770
TRAT.	35,38	3	11,79	0,80	0,5717
Error	44,38	3	14,79		
<u>Total</u>	<u>82,88</u>	<u>7</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,74807

Error: 2,0000 gl: 6

TRAT. Medias n E.E.

F3	14,50	2	2,72	A
F2	14,50	2	2,72	A
F4	15,00	2	2,72	A
D3	19,50	2	2,72	B

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

Malezas (g)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Malezas - g	8	0,59	0,05	84,45

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>
Modelo.	142428,50	4	35607,13	1,08	0,4934
BLOQUE	12090,13	1	12090,13	0,37	0,5869
TRAT.	130338,38	3	43446,13	1,32	0,4119
Error	98557,38	3	32852,46		
<u>Total</u>	<u>240985,88</u>	<u>7</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,74807

Error: 2,0000 gl: 6

TRAT. Medias n E.E.

F2	70,00	2	128,16	A
F4	155,50	2	128,16	B
F3	216,50	2	128,16	C
D3	416,50	2	128,16	D

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

Largo raíz leguminosas (cm)

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Largo R Leg - cm	8	0,89	0,75	19,93

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>
Modelo.	249,50	4	62,38	6,14	0,0840
BLOQUE	0,50	1	0,50	0,05	0,8387
TRAT.	249,00	3	83,00	8,16	0,0592
Error	30,50	3	10,17		
Total	280,00	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,74807

Error: 2,0000 gl: 6

TRAT. Medias n E.E.

F3	12,00	2	2,25	A
F2	12,00	2	2,25	A
F4	14,50	2	2,25	A
D3	25,50	2	2,25	B

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

Relación parte área/parte raíz gramíneas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Rel PA/PR gram	8	0,47	0,00	40,18

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>
Modelo.	0,07	4	0,02	0,66	0,6608
BLOQUE	0,03	1	0,03	1,02	0,3860
TRAT.	0,04	3	0,01	0,54	0,6887
Error	0,07	3	0,02		
Total	0,14	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,74807

Error: 2,0000 gl: 6

TRAT. Medias n E.E.

F2 0,33 2 0,11 A

F3 0,36 2 0,11 A

D3 0,37 2 0,11 A

F4 0,51 2 0,11 A

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

Relación parte área/ parte raíz de leguminosas

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Rel PA/PR leg	8	0,44	0,00	76,97

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>
Modelo.	0,56	4	0,14	0,58	0,6979
BLOQUE	2,1E-03	1	2,1E-03	0,01	0,9311
TRAT.	0,56	3	0,19	0,78	0,5797
Error	0,72	3	0,24		
<u>Total</u>	<u>1,28</u>	<u>7</u>			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,74807

Error: 2,0000 gl: 6

TRAT. Medias n E.E.

F4 0,21 2 0,35 A

D3 0,69 2 0,35 A

F2 0,72 2 0,35 A

F3 0,94 2 0,35 A

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

Anexo No. 6. Pesos novillos (kg) y ganancias medias diarias

Ganancia individual verano de alfalfa vs festuca

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Gi verano	12	0,09	0,00	17,34

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	2	0,01	0,45	0,6491	
Trat	0,01	1	0,01	0,28	0,6127	
10/12/012	0,02	1	0,02	0,81	0,3910	1,2E-03
Error	0,22	9	0,02			
<u>Total</u>	<u>0,24</u>	<u>11</u>				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,19159

Error: 0,0246 gl: 9

Trat Medias n E.E.

alfalfa 0,86 3 0,09 A

festuca 0,92 9 0,05 A

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

Ganancia individual otoño alfalfa vs festuca

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Gi otoño	12	0,65	0,57	364,75

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.	0,28	2	0,14	8,29	0,0091	
Trat	0,02	1	0,02	0,93	0,3600	
10/12/012	0,22	1	0,22	12,87	0,0059	-4,0E-03
Error	0,15	9	0,02			
<u>Total</u>	<u>0,44</u>	<u>11</u>				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,15973

Error: 0,0171 gl: 9

Trat Medias n E.E.

alfalfa -0,03 3 0,08 A

festuca 0,06 9 0,04 A

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

Ganancia total/ día alfalfa vs festuca

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
G total/ día	12	0,27	0,10	24,69

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.	0,05	2	0,02	1,63	0,2491	
Trat	0,01	1	0,01	0,69	0,4288	
10/12/012	0,03	1	0,03	1,81	0,2118	-1,4E-03
Error	0,13	9	0,01			
Total	0,18	11				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,14886

Error: 0,0148 gl: 9

<u>Trat</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
alfalfa	0,44	3	0,07 A
festuca	0,51	9	0,04 A

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

Ganancia individual verano para los tratamientos de festuca

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
Gi verano	9	0,35	0,00	14,41

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.	0,05	3	0,02	0,90	0,5033	
Trat	0,03	2	0,02	0,97	0,4418	
10/12/012	0,04	1	0,04	2,31	0,1887	2,6E-03
Error	0,09	5	0,02			
Total	0,13	8				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,22508

Error: 0,0173 gl: 5

<u>Trat</u>	<u>Medias</u>	<u>n</u>	<u>E.E.</u>
2,00	0,75	2	0,13 A
3,00	0,94	3	0,08 A
4,00	0,97	4	0,07 A

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

Ganancia individual otoño para los tratamientos de festuca

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Gi otoño	9	0,71	0,54	188,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,26	3	0,09	4,08	0,0821	
Trat	0,04	2	0,02	1,01	0,4279	
10/12/012	0,21	1	0,21	9,75	0,0262	-0,01
Error	0,11	5	0,02			
Total	0,37	8				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,25129

Error: 0,0215 gl: 5

Trat Medias n E.E.

3,00 -0,02 3 0,09 A

4,00 0,07 4 0,08 A B

2,00 0,25 2 0,15 B

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

Ganancia total de los tratamientos de festuca/día

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
G total/ día	9	0,29	0,00	26,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,04	3	0,01	0,69	0,5971	
Trat	0,01	2	3,1E-03	0,17	0,8492	
10/12/012	0,02	1	0,02	0,92	0,3806	-1,7E-03
Error	0,09	5	0,02			
Total	0,13	8				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,23156

Error: 0,0183 gl: 5

Trat Medias n E.E.

3,00 0,48 3 0,09 A

2,00 0,53 2 0,13 A

4,00 0,54 4 0,07 A

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

Anexo No. 7. Evolución de peso de cada animal durante el periodo experimental, según tratamiento.

Dactilys (D3)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
D3	12	0,83	0,79	851,11	112,79	114,73

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	314,33	12,30	286,52	342,15	25,56	<0,0001		
Columna1	1,33	0,33	0,58	2,08	4,02	0,0030	16,62	12,67
Columna1^2	-4,1E-03	1,7E-03	-0,01	-1,6E-04	-2,36	0,0428	7,10	12,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	21576,23	2	10788,11	22,28	0,0003
Columna1	21576,23	2	10788,11	22,28	0,0003
Error	4358,77	9	484,31		
Total	25935,00	11			

Festuca (F3)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
F3	12	0,87	0,85	697,93	110,50	112,44

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	272,96	11,18	247,68	298,24	24,42	<0,0001		
Columna1	1,26	0,30	0,58	1,94	4,18	0,0024	17,84	12,67
Columna1^2	-3,4E-03	1,6E-03	-0,01	2,2E-04	-2,13	0,0624	6,17	12,67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25054,01	2	12527,01	31,31	0,0001
Columna1	25054,01	2	12527,01	31,31	0,0001
Error	3600,90	9	400,10		
Total	28654,92	11			

Festuca (F2)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
F2	7	0,97	0,95	603,20	56,31	56,09

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Const	340,83	9,47	314,54	367,12	35,99	<0,0001		
0	1,67	0,22	1,06	2,29	7,53	0,0017	47,56	13,61
0^2	-0,01	1,1E-03	-0,01	-2,4E-03	-4,95	0,0078	21,77	13,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13115,56	2	6557,78	64,40	0,0009
0	13115,56	2	6557,78	64,40	0,0009
Error	407,30	4	101,82		
Total	13522,86	6			

Festuca (F4)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC
F4	15	0,58	0,51	3089,15	160,79	163,62

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	283,17	24,36	230,09	336,25	11,62	<0,0001		
0	1,32	0,62	-0,03	2,66	2,13	0,0541	6,28	12,87
0^2	-3,4E-03	3,1E-03	-0,01	3,4E-03	-1,09	0,2971	3,17	12,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	31849,80	2	15924,90	8,20	0,0057
0	31849,80	2	15924,90	8,20	0,0057
Error	23299,13	12	1941,59		
Total	55148,93	14			