

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**PRODUCTIVIDAD INVERNO - PRIMAVERAL DE PRADERAS MEZCLAS  
CON *FESTUCA ARUNDINACEA* O *DACTYLIS GLOMERATA* EN SU  
TERCER AÑO PASTOREADAS CON NOVILLOS HOLANDO CON  
DISTINTAS DOTACIONES**

**por**

**Pablo Arturo de SOUZA DOMENECH  
Juan Pablo PRESNO SANDAR**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2013**

Tesis aprobada por:

Director:

---

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

---

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

---

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 30 de abril de 2013

Autores:

---

Pablo Arturo de Souza Domenech

---

Juan Pablo Presno Sandar

## **AGRADECIMIENTOS**

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

Al personal de la EEMAC, especialmente a Ángel Colombino, Cecilia di Pace, Laura Barreto, por su ayuda a nivel de campo y de laboratorio.

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

A nuestros compañeros de la generación EEMAC 2011 y todos los que nos acompañaron desde nuestro inicio en el 2008.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LAS MEZCLAS.....	3
2.1.1 <u>Festuca arundinacea</u> .....	3
2.1.2 <u>Trifolium repens</u> .....	6
2.1.3 <u>Lotus corniculatus</u> .....	8
2.1.4 <u>Medicago sativa</u> .....	10
2.1.5 <u>Dactylis glomerata</u> .....	13
2.2 MEZCLAS FORRAJERAS.....	15
2.2.1 <u>Importancia de la mezcla de especies</u> .....	15
2.2.2 <u>Componentes de las mezclas</u> .....	16
2.2.3 <u>Dinámica de las mezclas</u> .....	18
2.3 EFECTOS DEL PASTOREO.....	21
2.3.1 <u>Aspectos generales</u> .....	21
2.3.2 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u> .....	22
2.3.2.1 Intensidad.....	22
2.3.2.2 Frecuencia.....	23
2.3.3 <u>Efectos sobre las especies que componen la mezcla y su             producción</u> .....	24
2.3.4 <u>Efectos sobre la fisiología de las plantas</u> .....	26
2.3.4.1 Efectos sobre el rebrote.....	27
2.3.4.2 Efectos sobre las raíces.....	30
2.3.4.3 Efectos sobre la utilización del forraje.....	31
2.3.4.4 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas.....	32
2.3.4.5 Efectos sobre la composición botánica.....	34
2.3.4.6 Efectos sobre la persistencia.....	35
2.3.4.7 Efectos sobre la calidad.....	37
2.3.5 <u>Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal</u> .....	38
2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL.....	39
2.4.1 <u>Aspectos generales de la producción animal</u> .....	39

2.4.2	<u>Relación entre consumo – disponibilidad – altura</u> .....	40
2.4.3	<u>Relación oferta de forraje – consumo</u> .....	41
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	45
3.1	<u>CONDICIONES EXPERIMENTALES</u> .....	45
3.1.1	<u>Lugar y período experimental</u> .....	45
3.1.2	<u>Información meteorológica</u> .....	45
3.1.3	<u>Descripción del sitio experimental</u> .....	45
3.1.4	<u>Antecedentes del área experimental</u> .....	46
3.1.5	<u>Tratamientos</u> .....	46
3.1.6	<u>Diseño experimental</u> .....	47
3.2	<u>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</u> .....	48
3.2.1	<u>Mediciones de las principales variables</u> .....	48
3.2.1.1	Forraje disponible y rechazado.....	48
3.2.1.2	Altura del forraje disponible y remanente.....	49
3.2.1.3	Producción de forraje.....	50
3.2.1.4	Materia seca desaparecida.....	50
3.2.1.5	Porcentaje de utilización.....	50
3.2.1.6	Composición botánica.....	50
3.2.1.7	Peso de los animales.....	50
3.2.1.8	Ganancia de peso media diaria.....	51
3.2.1.9	Oferta de forraje.....	51
3.2.1.10	Producción de peso vivo.....	51
3.2.1.11	Componentes estructurales de la pastura.....	51
3.3	<u>HIPÓTESIS</u> .....	52
3.3.1	<u>Hipótesis biológica</u> .....	52
3.3.2	<u>Hipótesis estadística</u> .....	52
3.4	<u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u> .....	52
3.4.1	<u>Modelo estadístico</u> .....	53
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	54
4.1	<u>DATOS METEOROLÓGICOS</u> .....	54
4.2	<u>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</u> .....	55
4.2.1	<u>Forraje disponible</u> .....	56
4.2.2	<u>Forraje remanente</u> .....	59
4.2.3	<u>Composición botánica</u> .....	61
4.2.4	<u>Forraje desaparecido</u> .....	67
4.2.5	<u>Producción de materia seca</u> .....	70
4.2.5.1	Tasa de crecimiento.....	70
4.2.5.2	Producción de forraje.....	74
4.2.6	<u>Suelo descubierto</u> .....	75
4.2.7	<u>Oferta de forraje</u> .....	77
4.3	<u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u> .....	79

4.3.1 <u>Ganancia media diaria por animal</u> .....	80
4.3.2 <u>Producción de peso vivo por animal y por hectárea</u> .....	85
4.4 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA PASTURA.....	89
4.4.1 <u>Densidad de gramíneas y leguminosas, y densidad de macollos</u> .....	90
4.4.2 <u>Relación parte aérea – raíz</u> .....	91
4.4.3 <u>Sistema radicular</u> .....	94
4.4.4 <u>Malezas y restos secos</u> .....	95
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	96
6. <u>RESUMEN</u> .....	99
7. <u>SUMMARY</u> .....	100
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	101
9. <u>ANEXOS</u> .....	110

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Producción de forraje promedio, máxima y mínima según año de vida de <i>Festuca arundinacea</i> cultivar Estanzuela Tacuabé expresado en kg/ha/año de MS.....	6
2. Producción de forraje promedio, máxima y mínima según año de vida de <i>Trifolium repens</i> cultivar Estanzuela Zapicán expresado en kg/ha/año de MS.....	7
3. Producción de forraje promedio, máxima y mínima según año de vida de <i>Lotus corniculatus</i> cultivar San Gabriel expresado en kg/ha/año de MS.....	10
4. Producción de forraje promedio, máxima y mínima según año de vida de <i>Medicago sativa</i> cultivar Estanzuela Chaná expresado en kg/ha/año de MS.....	13
5. Producción de forraje promedio, máxima y mínima según año de vida de <i>Dactylis glomerata</i> cultivar INIA Perseo expresado en kg/ha/año de MS.....	15
6. Disponibilidad promedio de forraje en kg/ha de MS de cada tratamiento.....	56
7. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento en centímetros.....	58
8. Forraje remanente promedio en kg/ha de MS de cada tratamiento.....	59
9. Altura promedio del forraje remanente por tratamiento en centímetros.....	61
10. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	61
11. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	62
12. Índice de selectividad relativa, para los kg del componente gramíneas, para cada uno de los tratamientos.....	62
13. Forraje desaparecido promedio y total para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	68
14. Tasa de crecimiento promedio de la pastura para cada tratamiento...	71
15. Producción de forraje total para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.....	74
16. Porcentaje de suelo descubierto promedio para el forraje disponible y remanente.....	75
17. Oferta de forraje promedio para cada tratamiento, expresado como kg de materia seca por día cada 100 kg de peso vivo.....	77
18. Peso inicial, final, promedio y carga (promedio del período) en kg/ha de PV según tratamiento.....	79

19. Ganancia media diaria promedio por animal para cada tratamiento y en los distintos períodos.....	80
20. Ganancia media diaria estacional por animal para cada tratamiento.....	82
21. Ganancia promedio por animal en kg PV y producción en kg/ha de PV para cada tratamiento.....	85
22. Eficiencia de utilización y producción del forraje según tratamiento....	88
23. Número de plantas gramíneas y leguminosas por m <sup>2</sup> , número de macollos por m <sup>2</sup> y número de macollos por planta, para cada uno de los tratamientos.....	90
24. Peso de la parte aérea y la raíz de las gramíneas expresado en gramos por m <sup>2</sup> y la relación parte aérea – raíz, para cada tratamiento.....	91
25. Peso de la parte aérea y la raíz de las leguminosas expresado en gramos por m <sup>2</sup> y la relación parte aérea – raíz, para cada tratamiento.....	92
26. Peso de la parte aérea y la raíz y su relación, expresados en gramos por m <sup>2</sup> .....	93
27. Largo de raíces de gramíneas y leguminosas para cada tratamiento, expresado en centímetros.....	94
28. Peso seco de las malezas y los restos secos para cada tratamiento, expresado en gramos por m <sup>2</sup> .....	95
29. Composición botánica en porcentaje obtenida a partir del peso de los distintos componentes.....	95

#### Figura No.

1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	48
2. Registro de las precipitaciones durante el experimento, comparado con el promedio histórico.....	54
3. Registro de temperatura promedio, máxima y mínima durante el año del ensayo en comparación con el promedio histórico.....	55
4. Evolución del forraje disponible (kg/ha de MS) para cada tratamiento.....	57
5. Evolución del forraje remanente (kg/ha de MS) para cada tratamiento.....	60
6. Evolución de la composición botánica del forraje disponible para cada tratamiento, expresada como porcentaje.....	64
7. Evolución de la composición botánica del forraje remanente para cada tratamiento, expresada como porcentaje.....	65
8. Porcentaje de utilización del forraje promedio para cada tratamiento...	69
9. Tasa de crecimiento (kg/ha/d de MS) promedio de los tratamientos	



en función de la temperatura media diaria (°C).....	72
10. Tasa de crecimiento (kg/ha de MS) promedio de los tratamientos en función de las precipitaciones acumuladas.....	73
11. Evolución del porcentaje de suelo descubierto a través de los cuatro pastoreos tanto para el forraje disponible como para el remanente...	76
12. Evolución de la oferta de forraje para cada tratamiento, expresado como kg de materia por día seca cada 100 kg de peso vivo.....	78
13. Producción de peso vivo (kg/ha) y ganancias medias diarias (kg/a/d) según la oferta de forraje promedio para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus.....	87

## 1. INTRODUCCIÓN

Según Carámbula (2007a), la producción en el Uruguay se puede encarar con tres alternativas distintas,

- Desde un manejo ajustado y adecuado del campo natural,
- Fertilización e interseembra de especies y
- Reemplazo total de la vegetación hacia pasturas sembradas.

De este último punto existen distintas variantes de entre las cuales se destacan,

- Pasturas mixtas de gramíneas y leguminosas (praderas convencionales, permanentes, plurianuales o de larga vida),
- Leguminosas puras,
- Gramíneas puras con nitrógeno (verdeos o pasturas temporarias o de corta vida).

En la actualidad es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional. Uno de los objetivos más importantes es alcanzar los máximos rendimientos de materia seca por hectárea sumado a una mayor calidad del mismo, explotando la complementariedad de cada familia (Carámbula, 2007a).

Más allá de estos beneficios, resulta importante destacar ciertas limitantes de las pasturas sembradas (Carámbula, 1991): problemas de implantación, falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, enmalezamiento prematuro, evolución hacia una estacionalidad marcada, baja persistencia y estabilidad, y problemas en las siembras asociadas.

A lo largo del año en las pasturas, ocurren variaciones en la composición botánica y en la estructura del tapiz, debido a cambios morfofisiológicos en las plantas, lo que a su vez tiene un efecto en la cantidad y calidad del forraje. La baja persistencia de las pasturas es un problema de gran importancia en el Cono Sur, así como también en gran parte del mundo. El concepto de persistencia en las pasturas involucra el criterio de constancia de rendimientos dentro de un equilibrio dinámico de balance entre las especies sembradas (gramíneas y leguminosas) y la vegetación residente (Carámbula, 2007a).

El desempeño animal está directamente relacionado con la cantidad y la calidad del forraje consumido, pero es modificado por la habilidad del rumiante en transformar esa materia seca en producto animal (Blazer et al., McMeekan y Walshe, citados por Montossi et al., 1996).

La interacción entre animales y pasturas está dada a través del efecto de los animales en la utilización, composición, rebrote y persistencia de las pasturas bajo pastoreo, efecto de las características de las pasturas y la estructura de las mismas en el comportamiento, consumo y producción animal. El consumo y la selectividad por parte de los animales tienen una importancia fundamental en la producción y eficiencia de los sistemas pastoriles (Hodgson, Poppi et al., citados por Montossi et al., 1996).

### 1.1 OBJETIVO GENERAL

El objetivo principal de este trabajo es evaluar la producción de forraje y composición botánica de diferentes mezclas forrajeras, en su tercer año de vida, con distintas dotaciones, durante el período invierno - primavera. Las mezclas evaluadas fueron las siguientes: *Festuca arundinacea*, *Trofolium repens* y *Lotus corniculatus* y *Dactylis glomerata* con *Medicago sativa*. Por otro lado, como objetivo secundario, se evaluará la producción de peso vivo de estas mezclas, tanto en producción individual como en producción de peso vivo por hectárea. A partir de estas variables se evaluará la respuesta de las diferentes mezclas durante el período en estudio.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los objetivos específicos de este trabajo básicamente son tres:

- Evaluar y comparar la producción de forraje.
- Evaluar la evolución de la proporción de especies en la mezcla, mediante la variable composición botánica.
- Evaluar y comparar la producción de peso vivo, tanto en términos de producción individual (kg PV/animal) como en producción de peso vivo por hectárea (kg PV/ha).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

A continuación se describen las especies utilizadas en el experimento, incluyendo los datos de producción promedio (kg/ha/año de MS corregido al 01/03) de las evaluaciones realizadas en conjunto por INIA e INASE que se encuentran disponibles desde el año 2004 al 2011 inclusive. Siendo realizadas todas ellas, para las especies de nuestro interés, en la estación experimental La Estanzuela, perteneciente al INIA, ubicada en el departamento de Colonia.

#### 2.1.1 *Festuca arundinacea*

Esta gramínea presenta un hábito de vida perenne, con un ciclo de producción invernal y con un hábito de crecimiento de cespitosa a rizomatosa (rizomas cortos). Puede adaptarse a un amplio rango de suelos, aunque prospera mejor en suelos medios a pesados, tolerando suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2007a). Crece bien en suelos húmedos, tiene una moderadamente buena resistencia a la sequía y no es muy afectada por las heladas (García, 2003).

La festuca se establece con lentitud y por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies (Langer, 1981). Esta lenta implantación es mejorable si se siembra en líneas (García, 2003). Se sugiere que esto podría deberse a una baja movilización de reservas de la semilla y en consecuencia el crecimiento lento de la raíz (Carámbula, 2007a). Como consecuencia la producción durante el primer año es baja, pero si se maneja de forma adecuada puede persistir muchos años (Langer, 1981).

El número de macollos aumenta en la fase vegetativa durante el período de otoño – invierno, donde los valores máximos se alcanzan a fines de éste, para luego disminuir en la primavera y el verano (Formoso, 1996).

Crece todo el año y durante el verano reduce el ingreso de malezas y gramíneas estivales. Se deben evitar los pastoreos intensos sobre todo en verano, ya que éstos pueden reducir la producción posterior y la persistencia (García, 2003). Es una especie de buena precocidad otoñal, con un rebrote rápido de fines de invierno y un floración temprana (setiembre - octubre) (García, 2003), siendo su crecimiento primaveral excelente (Langer, 1981). En uso exclusivo de pastoreo se recomienda no permitir el encañado, ya que

detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, proceso que debilita a la planta (García, 2003). Al realizar esto mediante pastoreos relativamente intensos y frecuentes, permite aprovechar el forraje cuando tiene una buena digestibilidad y apetecibilidad, antes de que se endurezca evitando la aparición de maciegas por rechazo de los animales (Carámbula, 2007a). Este manejo es posible debido a que existen en la planta sustancias de reserva que se encuentran en raíces y rizomas cortos, asociado a que por lo general, presentan áreas foliares remanentes altas (MacKee, citado por Carámbula, 2007a).

El manejo exitoso depende de que sea pastoreada cuando la pastura tiene una altura de alrededor de 10 cm. Más allá de esta etapa la festuca parece perder valor alimenticio (Langer, 1981).

No se resiembra naturalmente por lo cual se debe cuidar la pastura desde el primer año para tratar de minimizar las pérdidas de plantas, sobre todo en verano ya que esta especie no posee reposo estival ni posibilidad de acumular grandes volúmenes de reservas. Por esto es necesario promover el desarrollo de un gran sistema radicular desde fines del invierno (Carámbula, 2007a), evitando regímenes de pastoreo excesivamente intensos y proporcionándole ciertos períodos de descanso (López et al., citados por Carámbula, 2007a).

Debido a su alta producción y rebrote rápido, la festuca necesita disponer de muy buena fertilidad si se quieren aprovechar sus buenas características. Por ello necesita de un suministro de nitrógeno importante, ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas. La compatibilidad de esta mezcla es buena debido a que posee hojas relativamente erectas que le permiten coexistir con las leguminosas sobre todo con trébol blanco. Cuando el aporte de nitrógeno es escaso, ocurre un cambio radical en el comportamiento, tornándose amarillenta, con un rebrote lento y poco apetecido o rechazado por los animales (Langer, 1981).

La festuca puede tener la presencia de un hongo endófito (*Neotyphodium coenophialum*), con el cual establece una relación de mutualismo. El mismo produce dentro de la planta una serie de alcaloides, dentro de estos peramina y lolina son benéficos, confiriéndole a la planta mayor tolerancia a la sequía, mayor tolerancia a insectos y nematodos, aumenta el macollaje, y por tanto la persistencia y el rendimiento potencial. A su vez produce ergovalina y lolitren B que son nocivos para los animales y son causantes de los problemas de toxicidad conocidos como festucosis (Ayala et al., 2010).

Los cultivares de festuca se pueden agrupar en dos grandes tipos, siendo estos Mediterráneos o Continentales. Los primeros tienen muy buen potencial de crecimiento invernal pero reposan en verano (latencia estival), son de hojas finas y de hábito erecto. Los segundos tienen capacidad de crecer en todas las estaciones del año, son en general de hojas anchas y hábito de crecimiento intermedio, con rendimientos de forraje un 20 % superiores. El cultivar Estanzuela Tacuabé pertenece a este segundo grupo (Ayala et al., 2010).

El cultivar Tacuabé es una variedad sintética creada en La Estanzuela para mejorar las tres deficiencias agronómicas importantes que presentaba Kentucky 31, el cual en ese momento era el material más sembrado en el país. Estas tres deficiencias eran: el potencial de producción de forraje otoño-invernal, la persistencia productiva y la fuerza de competencia respecto a trébol blanco (Formoso, 2010). Fue el primer cultivar de festuca mejorado en el Uruguay, siendo su liberación comercial a mediados de los 70', representando un salto cualitativo por su marcada superioridad sobre el cv. K 31 (Ayala et al., 2010).

Los trabajos realizados en este cultivar permiten definirla como de elevados rendimientos anuales de materia seca, alto potencial de producción de forraje durante el período otoño - invernal, excelente persistencia productiva, de floración temprana y que permite mantener un balance adecuado de la relación festuca - trébol blanco (Formoso, 2010). Tiene una muy buena adaptación ya que reúne en su pedigríe genotipos recolectados de viejas praderas del país. Su digestibilidad promedio (DMO) fluctúa desde un pico de máxima en julio de 77% hasta un mínimo de 55% en verano (Ayala et al., 2010).

Presenta una floración temprana de mediados de setiembre (próximo al 13/09) (Ayala et al., 2010). En general tiene un buen comportamiento frente a manchas salvo en algunos años excepcionales; en cuanto a roya es algo más susceptible, presentando reacciones frente a la misma de moderadamente resistente a moderadamente susceptible, pero con bajas severidades en casi todos los años (INASE, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011).

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 *Festuca arundinacea* cultivar Estanzuela Tacuabé, expresado en kg/ha/año de MS.

Kg/ha/año MS	Año		
	1	2	3
Promedio	8839	9551	5569
Máximo	14199	13565	7348
Mínimo	5082	5232	2229

### 2.1.2 *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne estolonífera de ciclo invernal, aunque su mayor producción se da en primavera. Sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir en el verano, por lo que puede comportarse como anual, bianual o de vida corta. En años severos donde ocurra la muerte de plantas o de estolones se deber regenerar la población a partir del banco de semillas del suelo (Carámbula, 2007a).

Esta especie es glabra, de hábito postrado con muchos tallos extendiéndose por la superficie del suelo y produciendo raíces adventicias en cada nudo. El sistema radicular primario se pierde una vez que la planta se establece (Langer, 1981).

No tolera suelos superficiales, pobres, muy ácidos o arenosos, adaptándose mejor a suelos medianos a pesados, fértiles y húmedos donde produce buenos rendimientos si no tiene deficiencias de fósforo. En caso de suelos arenosos es necesario aumentar la fertilidad antes de implantar la especie (Carámbula, 2007a).

Posee atributos muy positivos como son un alto rendimiento de materia seca de alta calidad, adaptándose bien a manejos intensos. Esto se debe fundamentalmente al porte rastrero, meristemos contra el suelo, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas maduras ubicadas en el estrato superior y las jóvenes en el inferior (Carámbula, 2007a). La velocidad de rebrote después de un pastoreo o corte, depende del área foliar residual, la cual en general es considerable dado su hábito tan postrado (Langer, 1981).

A pesar de aceptar pastoreos intensos, las plantas se desfavorecen si estos son exagerados. Se deben mantener las plantas vigorosas, que presenten estolones largos y con un buen diámetro, hojas de mayor peso individual, además de una mayor proporción de hojas cosechables. Esta

especie no es de floración terminal y aunque florezca, el estolón puede seguir creciendo (Carámbula, 2007a).

En pasturas sometidas a un pastoreo muy intenso una cierta proporción de inflorescencias logran producir semillas, habiendo siempre una elevada proporción de semillas duras. Por lo tanto, un sobrepastoreo o una sequía no necesariamente significa perder todas las plantas, ya que aparecerán otras que las reemplazarán (Suckling, citado por Langer, 1981).

Tiene un gran potencial de fijar nitrógeno lo cual en mezclas con gramíneas es muy necesario. Su mezcla evita que el forraje sea desbalanceado y potencialmente riesgoso de que se den casos de meteorismo. No tolera el sombreado, tiene un vigor inicial bajo y un establecimiento lento (Carámbula, 2007a).

El cultivar Estanzuela Zapicán fue obtenido en La Estanzuela a partir de introducciones realizadas de Argentina. Es un cultivar de hoja grande, erecto, con floración temprana y abundante. Tiene probada adaptación a la región donde se cultiva desde los años 60'. Sus cualidades más destacadas son su rápido establecimiento y excelente producción invernal. Tiene abundante semillazón que asegura un banco de semillas adecuado para los años de buena resiembra. A su vez presenta una muy buena adaptación a la región y es muy versátil, pudiéndose adaptar a distintos usos (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. Para el tercer año solamente se encontró un dato publicado y por tanto se menciona una vez.

Cuadro No. 2. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Trifolium repens* cultivar Estanzuela Zapicán, expresado en kg/ha/año de MS.

	<b>Año</b>		
<b>Kg/ha/año MS</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Promedio	6770	7452	6481
Máximo	12001	10939	-
Mínimo	2111	1546	-



### 2.1.3 Lotus corniculatus

Es una leguminosa perenne estival, que presenta un crecimiento erecto a partir de la corona. Posee un sistema radicular vigoroso de profundidad intermedia, compuesto por una raíz pivotante y raíces laterales que le confieren resistencia a las deficiencias hídricas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Se trata de una especie adaptada a variadas condiciones de suelo con buenas producciones de forraje (Formoso y Allegri, citados por Formoso, 2004). Se ha observado que crece bien donde el pH del suelo varía entre 6,4 y 6,6 (Hughes et al., citados por Langer, 1981). Es poco apto para suelos superficiales ya que no le permite un buen desarrollo radicular (Zanoniani y Ducamp, 2004). También se adapta a un cierto grado de salinidad (Peterson et al., citados por Langer, 1981). Su adaptación a suelos hidromórficos es ambigua, siendo buena para algunos autores (García, citado por Zanoniani y Ducamp, 2004) o mala si se dan las condiciones de drenaje imperfecto (Peterson et al., citados por Langer 1981, Smethan, citado por Zanoniani y Ducamp 2004). En estos tipos de suelos además es esperable que se dé una mayor probabilidad de ocurrencia de enfermedades de raíz y corona que disminuyen la persistencia de las plantas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Responde muy bien a la fertilización con fósforo y al encalado, pero pudiendo subsistir con bajos porcentajes de éste nutrientes (Carámbula, 2007a).

No presenta reposo invernal pero su producción es muy dependiente de las condiciones ambientales (Zanoniani y Ducamp, 2004). Cuando las temperaturas invernales son bajo cero durante la mayor parte del tiempo, la planta se agota hasta la corona (Peterson et al., citados por Langer, 1981). Tiene un buen potencial de producción primavera – estivo – otoñal con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos. El alto valor nutritivo (declina poco en verano con la madurez) que posee la hace recomendable para incluirla en mezclas forrajeras, sin embargo puede sembrarse en cultivos puros (Carámbula, 2007a), ya que la presencia de taninos facilita el manejo del pastoreo, permitiendo acceder a alta calidad de forraje sin producir meteorismo (Ayala et al., 2010).

Su patrón de crecimiento es parecido al de la alfalfa, pero se destaca por poseer un mejor comportamiento bajo temperaturas frescas a frías.

También su calidad es mejor que la de la alfalfa al avanzar el ciclo (Carámbula, 2007a).

La defoliación hace que se retiren folíolos pero también meristemas apicales y axilares que se encuentran por encima de la altura de corte, debido a que tiene un alargamiento en altura de los entrenudos. Esto también hace que las hojas más nuevas sean removidas y que el área foliar remanente luego del pastoreo tenga una baja fotosíntesis, dependiendo el rebrote mayormente de las reservas acumuladas, a pesar de que comparativamente no es de las especies que más almacena (Zanoniani y Ducamp, 2004). Es una especie muy sensible al manejo que se le realice, beneficiándose de pastoreos controlados (Carámbula, 2007a). Según Formoso (1996) las mayores producciones y longevidades se dan con frecuencias del entorno de los 20 cm e intensidades entre 3 y 6 cm, decayendo en gran proporción la supervivencia de plantas si esto no se cumple en verano.

Presenta una incidencia importante de enfermedades a hongos de la raíz y la corona como lo son algunos del género *Fusarium* (Altier, citado por Carámbula, 2007a). A su vez es problemática su persistencia por resiembra natural (Carámbula, 2007a), a diferencia de otros autores que afirman que presenta una buena persistencia si se le permite semillar, para lo cual debe realizarse un manejo intenso en otoño, permitiendo la entrada de luz junto con la ocurrencia de adecuadas condiciones climáticas, de modo de lograr un buen reclutamiento otoñal de plantas para reemplazar aquellas que han muerto (Zanoniani y Ducamp 2004, Pereira 2007).

Los cultivares de esta especie se pueden agrupar en dos grandes grupos: tipo europeo y tipo empire. Todos los cultivares utilizados en Uruguay corresponden al primer tipo, los cuales poseen crecimiento en invierno cuando no se presentan fríos extremos. También son definidos como sin latencia o dormancia invernal. Los de tipo empire fueron los primeros cultivares seleccionados en Estados Unidos y tienen un largo período de reposo invernal que en Uruguay se prolonga desde abril hasta setiembre (Ayala et al., 2010).

El cultivar San Gabriel es de origen brasileño (Zanoniani y Ducamp, 2004), siendo su población introducida desde São Gabriel, Rio Grande do Sul (Ayala et al., 2010). Es de tipo europeo, con una excelente adaptación al pastoreo, comprobada versatilidad y amplia adaptación ambiental. Está recomendado para siembra directa y también en mejoramientos de campo. Este cultivar florece temprano, desde noviembre, y tiene un período de floración muy prolongado. Se destaca de otros cultivares por su rendimiento anual e invernal debido a que se mantiene activo durante el inicio del invierno, pero también a que crece activamente desde la primavera temprana. Sus niveles de

digestibilidad son más altos en primavera temprana donde alcanzan valores de 75% decreciendo luego hacia el verano. No presenta problemas de enfermedades o plagas específicas, pero es susceptible a podredumbres de raíz y corona, que reducen su persistencia (Ayala et al., 2010).

Según las evaluaciones de INASE (2004), cuenta con un 61% de cobertura de la fila al tercer año, siendo esto un dato de persistencia promedio dentro de los cultivares evaluados.

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 *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel, expresado en kg/ha/año de MS.

Kg/ha/año MS	Año		
	1	2	3
Promedio	6317	9198	2335
Máximo	10151	15127	-
Mínimo	3686	5050	-

#### 2.1.4 *Medicago sativa*

*“Es una especie leguminosa perenne estival, con crecimiento erecto a partir de corona, que concentra su producción en el período primavero-estival (65 a 75%), independientemente del grado de latencia del cultivar. La producción netamente estival es del 28 al 33% del total anual. El reposo invernal determina la producción otoño-invernal, donde los cultivares con reposo producen 6-10%, mientras que aquellos sin reposo 16-20% de la producción total anual en dicho período”* (Rebuffo, 2000). En otoño su producción baja relativamente, lo cual unido a un manejo cuidadoso para favorecer su persistencia hace que no tenga una gran contribución (Carámbula, 2007a).

Requiere suelos fértiles, profundos y bien drenados, con altos niveles de fósforo en el suelo. Tiene un muy alto valor nutritivo, aunque con cambios constantes a lo largo del año, siendo superiores en primavera y principalmente en estado vegetativo lo que tiene como consecuencia un elevado consumo por parte de los animales. A su vez tiene alta capacidad fijadora de nitrógeno sumado a su carácter mejorador y restaurador de la fertilidad en las rotaciones.

Tiene un buen vigor inicial y establecimiento, aunque no se implanta en siembras en cobertura (Carámbula, 2007a).

La alfalfa cuando es defoliada, pierde los puntos de crecimiento de los tallos altos de manera que la disponibilidad de yemas para el crecimiento de nuevos tallos es muy importante. En general, existe una secuencia rítmica en la actividad de las yemas, por los que el crecimiento activo de nuevos tallos comienza en la planta cuando el cultivo previo de tallos ha alcanzado un cierto estado de madurez, que coincide normalmente con la primera aparición de flores jóvenes (Langer, 1981).

Estudios detallados, Leach, Langer y Keoghan, citados por Langer (1981) han demostrado que las yemas situadas en o próximas a la corona son los centros de regeneración más importantes, luego que la planta ha sido cortada o pastoreada. Sin embargo, cuando la defoliación ocurre especialmente en una etapa inmadura de crecimiento pueden surgir nuevos tallos a partir de las axilas de las hojas que quedan, con frecuencia a cierta distancia por encima del nivel del suelo. Aunque estos tallos aparecen antes que aquellos que surgen de las yemas basales, contribuyen sólo en forma limitada a la recuperación de la planta, la que es pronto acometida por los tallos basales de importancia mucho mayor.

Una de las principales razones por las que la defoliación de la alfalfa debe realizarse en el momento oportuno es la de permitir el desarrollo de un sistema radicular profundo, del cual depende la resistencia de la planta a la sequía. La alfalfa requiere un suelo bien drenado y condiciones no demasiado ácidas para una producción y persistencia óptimas (Langer, 1981).

Con respecto al manejo de la alfalfa en particular, Langer (1981) señala que la defoliación cuando la planta alcanza el estado de comienzos de la floración producirá el máximo rendimiento de materia seca y preservará la persistencia de la pastura. La alfalfa puede ser dañada con facilidad y así, quedar vulnerable al ingreso de malezas, por el corte o pastoreo realizado con demasiada frecuencia en un estado inmaduro.

Iversen, citado por Langer (1981), estableció que la alfalfa debe ser pastoreada en forma audaz e intensa, a principios de floración. El objetivo consiste en pastorearla hasta el suelo descubierto, lo que estimula su inmediata recuperación y afecta negativamente a las malezas invasoras.

Es compatible para siembras consociadas con gramíneas perennes y anuales (Carámbula, 2007a). Más allá de esto, O'Connor, citado por Langer (1981) sostiene que existe una importante dificultad de realizar un manejo

correcto y adecuado a un componente sin imponer al mismo tiempo un estrés sobre el otro. Inevitablemente, la alfalfa o la gramínea deberán ser cortadas en un estado inferior al óptimo, lo cual tiende a desequilibrar el balance delicado que existe entre las dos especies.

También es muy apropiada para henificación. Puede provocar un alto grado de meteorismo en etapas previas a la floración por lo que hay que manejarla de forma adecuada. Es susceptible a varias plagas y enfermedades sobre todo de corona. No se resiembra naturalmente, con una producción de semillas complicada e impredecible (Carámbula, 2007a).

Existe un amplio rango de cultivares diferenciándose mayormente en el reposo o latencia invernal (habiendo sin reposo, con reposo corto y con reposo largo), la producción de forraje total y estacional y de su comportamiento sanitario (Carámbula, 2007a).

El cultivar Estanzuela Chaná fue seleccionado por persistencia sobre viejos alfalfares de origen italiano. Es característica por sus plantas de porte erecto y tallos largos, de coronas grandes con numerosos tallos, de reposo invernal corto y floración intermedia poco profusa. A pesar de que no tolera mucho la podredumbre de la raíz en su implantación, su excelente precocidad y vigor de plántulas determinan su alto rendimiento en el primer año cuando se la siembra en el otoño temprano. Se destaca por su alta producción en todo el ciclo, entregando el 50% del forraje total en el verano. Su rápida recuperación después del corte permite obtener hasta 6 cortes al año (Rebuffo, 2000). El cultivar Estanzuela Chaná es uno de los mejores cultivares frente a roya pero es algo más afectado por manchas en general. Presenta comparativamente frente al resto de los cultivares una muy buena persistencia, presentando un 87% de las plantas a fin del tercer año, un 75% a principios del cuarto año y un 52% a fines del cuarto año (INASE, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011). Su vida productiva es de cuatro a cinco años con pastoreo rotativo, ya que los pastoreos frecuentes reducen su persistencia (Rebuffo, 2000).

En cuanto a su producción de forraje por hectárea y por año los datos se muestran en el cuadro a continuación. Para el cuarto año solamente se encontró un dato publicado y por tanto se menciona una vez.

Cuadro No. 4. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Medicago sativa* cultivar Estanduela Chaná, expresado en kg/ha/año de MS.

Kg/ha/año MS	Año			
	1	2	3	4
Promedio	8143	13247	9038	5903
Máximo	13476	19120	14584	-
Mínimo	3641	8240	6182	-

### 2.1.5 *Dactylis glomerata*

Es una gramínea perenne invernal, cespitosa con macollos achatados. 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 (Langer, 1981).

Se adapta a un amplio rango de suelos, desde arenosos a pesados aunque su mejor desempeño se obtiene en suelos de texturas medias y permeables. Es poco tolerante a excesos hídricos por lo que no debe utilizarse en suelos húmedos mal drenados y tiene menores requerimientos de fertilidad que festuca, falaris y raigrás (Ayala et al., 2010). Se destaca por su resistencia a la sequía y crecimiento durante el verano (García, 2003), aunque según Carámbula (2007a) posee un peor comportamiento que festuca ya que presenta un sistema radicular superficial, por lo que deberá promoverse su expansión antes y durante el verano, a través del mantenimiento de áreas foliares adecuadas.

Su crecimiento inicial es más vigoroso que el de festuca, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que propicia una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca en el año de siembra (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2007a). Requiere siembras superficiales (0,5 - 1 cm) y se implanta bien aún en siembras al voleo (García, 2003).

Como las sustancias de reserva de esta especie se ubican en las bases de las macollas y en las vainas de las hojas, acepta en un pastoreo rotativo, defoliaciones frecuentes pero no intensas, ya que de ocurrir esto último los animales estarán consumiendo directamente las reservas y afectarán la persistencia de las plantas (Carámbula, 2007a). Pastoreos continuos e intensos, especialmente en verano, reducen su persistencia (García, 2003). En

otoño se debe permitir que la pastura crezca y reponga reservas (Ayala et al., 2010).

Es más susceptible que la festuca al daño por pisoteo. Se asocia bien con todas las leguminosas. Tolera muy bien la sombra por lo que admite siembras asociadas con cereales y otras gramíneas (Ayala et al., 2010).

A menos que sea sometida a un pastoreo fuerte, tiene la tendencia de tornarse algo grosera y muy cespitosa, y en estas condiciones no es muy aceptada por los animales en pastoreo (Langer, 1981). Esto es muy importante en primavera (durante la floración) donde ocurre una gran producción de forraje, el cual es deseable que mantenga la mayor calidad posible, lográndose esto mediante el mantenimiento de las plantas en estado vegetativo (Carámbula, 2007a).

La producción total y estacional de esta especie depende de la intensidad del manejo del pastoreo. En un estudio se evaluó el rendimiento del *Dactylis glomerata* en una pastura mezcla, pastoreada en forma intensa y frecuente (7,5 a 2,5 cm) o aliviada y frecuente (18 a 7,5 cm) o pastoreada en forma intensa en un período estacional sólo, seguido de un pastoreo aliviado el resto del año. Cuando fue pastoreada de continuo la pastura alcanzó una altura de 7,5 cm, y el *Dactylis* produjo 706 kg/ha/año de MS, en cambio el pastoreo aliviado resultó en 3228 kg/ha/año de MS. Con respecto al pastoreo intenso en una sola estación el más perjudicial fue el realizado en el verano, pero en el otoño el *Dactylis* se vio favorecido ya que disminuyó la competencia de las restantes especies en la mezcla. Por lo tanto esta especie, sometida a un pastoreo rotativo y aliviado, produce mejor durante el verano y el otoño, pero esta característica no tiene la oportunidad de manifestarse si se practica un pastoreo bajo (Brougham, citado por Langer, 1981).

Esta especie permite lograr mezclas bien balanceadas debido a su baja agresividad frente a las leguminosas. Si se le combina con alfalfa hay que buscar cultivares de esta última especie que sean resistentes al frío y que tengan crecimiento temprano en primavera. Es la gramínea perenne que mejor controla la gramilla, no se resiembra o lo hace de manera pobre (Carámbula, 2007a), contrariamente a lo que menciona García (2003).

El cultivar INIA Perseo fue obtenido en La Estanzuela luego de tres ciclos de selección con énfasis en rendimiento y sanidad (Ayala et al., 2010). Tiene una floración temprana, en octubre (próxima al 07/10) (Ayala et al., 2010). Es un cultivar resistente a royas; a manchas tiene un peor comportamiento teniendo en algunos años mucha AF afectada por las mismas (INASE, 2010, 2011). A pesar de esto en general tiene una buena sanidad foliar, aspecto muy

destacable en materiales de floración temprana, que son generalmente los más susceptibles. Presenta un hábito de crecimiento semierecto. Posee rendimientos de forraje destacables y superiores que el testigo de INIA LE Oberón en verano y otoño (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. 5. Producción de forraje promedio, máximo y mínimo según año de vida de *Dactylis glomerata* cultivar INIA Perseo, expresado en kg/ha/año de MS.

Kg/ha/año MS	Año		
	1	2	3
Promedio	8098	8018	6219
Máximo	10609	11331	8974
Mínimo	5487	5812	2761

## 2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una población artificial integrada por varias especies con diferentes características morfofisiológicas. Como resultado de esta asociación y de los atributos individuales de cada especie, se produce un proceso complejo de interferencias que puede tener los siguientes resultados: mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio y por último ninguna interferencia (Carámbula, 2007a).

Según Santiñaque y Carámbula (1981), las mezclas forrajeras están compuestas por especies gramíneas y leguminosas perennes generalmente. El objetivo de éstas es producir alto rendimiento de materia seca con alto valor nutritivo, durante varios años. Es fundamental que esta producción esté uniformemente distribuida en el año.

En Uruguay existen limitaciones para lograr éstos objetivo, dado principalmente por la variación estacional de algunos parámetros ambientales (Santiñaque y Carámbula, 1981).

### 2.2.1 Importancia de la mezcla de especies

Algunos autores sostienen que no hay evidencias de una mayor producción de forraje de las mezclas frente a las pasturas puras (Rhodes,



citado por Carámbula, 2007a). Otros afirman que la combinación de especies forrajeras debería ser más eficiente para el aprovechamiento de los recursos naturales disponibles (Jones et al., Rhodes, Harris y Lazenby, citados por Carámbula, 2007a). Estos autores argumentan que la evidencia de que no haya un incremento en el rendimiento de las mezclas proviene de estudios de mezclas de gramíneas templadas creciendo en ambientes templados y de mezclas de gramíneas tropicales creciendo en un ambiente subtropical las cuales fueron más competitivas que complementarias (Jones et al., citados por Santiñaque y Carámbula, 1981).

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

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

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).

### 2.2.2 Componentes de las mezclas

La necesidad de que las pasturas estén formadas por especies de distintas familias surge por diferentes razones. Por un lado, las gramíneas aportan productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de adecuadas poblaciones, explotación del nitrógeno simbiótico, buena estabilidad en la pastura (en especial si son especies perennes), baja sensibilidad a la defoliación, baja susceptibilidad a plagas y enfermedades y competitivas frente a la invasión de malezas. Las leguminosas por su parte son proveedoras de nitrógeno a las gramíneas, presentan un alto valor nutritivo para la dieta animal y promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres y degradados por mal manejo (Carámbula, 2007a).

Por esto es entonces, que al instalar una pastura, el objetivo 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, 2007a).

Una pastura puede ser destinada a diferentes propósitos como pueden ser producir forraje en una determinada época del año, ser una pastura temporaria o permanente, ser parte de rotaciones cortas o largas, estar destinada al pastoreo directo, henificación, ensilaje, etc., y destinarse a diferentes productos animales, como leche, carne o lana (Carámbula, 2007a).

Cualquiera de estas situaciones limita la composición de especies para formar una mezcla adecuada. Es importante destacar que mientras una pastura alta en proteínas y baja en carbohidratos solubles (mayor proporción de leguminosas) favorece la producción de leche o el engorde de corderos, un forraje con pasturas “maduras” es más apropiado para la producción de carne vacuna (Carámbula, 2007a).

Las pasturas formadas por gramíneas puras sin fertilizar con nitrógeno suelen tener serios problemas luego del primer año (Bertin y Scheneiter, citados por Carámbula, 2007a), pero con la presencia de una leguminosa asociada pueden aumentar considerablemente la producción de forraje de la mezcla, como es la inclusión del trébol blanco en una pastura de festuca (Scheneiter y Pagano, 1999).

La inclusión de esta leguminosa permitió alcanzar durante primavera – verano valores mayores de digestibilidad, amortiguando el descenso de calidad que presentan las gramíneas puras en esta época del año (Scheneiter, 2000).

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

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

A pesar de esto, estudios realizados en EEA Pergamino, demostraron que incluir una gramínea en mezcla con alfalfa puede producir disminución del número de plantas de la leguminosa y Bertin y Josifovich, citados por Scheneiter (2000) registraron un efecto negativo mayor con festuca que con dactylis o falaris, dando a entender la importancia de la elección de la gramínea, para la persistencia del banco de proteínas formado por la leguminosa. Este problema puede presentarse también con lotus.

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

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

Por otro lado, al tratarse de dos especies de distinto género, presentan distintas susceptibilidades a plagas y enfermedades, por lo tanto la población mezcla de éstos individuos actúa de barrera natural de defensa. Otra ventaja que resalta el autor, es que la presencia de lotus reduce las posibilidades de que ocurran problemas de meteorismo en el ganado (Carámbula, 2007a).

Con respecto al aporte de nitrógeno que hacen estas especies al componente gramínea de la mezcla, Carámbula (2007a) afirma que si bien ambas entregan cantidades similares de este nutriente, difieren en la forma que lo liberan. Esto se puede observar si observamos el comportamiento de cada una de éstas leguminosas en conjunto con una gramínea de rápido crecimiento como el raigrás anual. Mientras que en la mezcla con lotus se observa una población menor de la gramínea, la cual presenta color verde claro dado la lenta liberación como consecuencia de la presencia de taninos, en la mezcla con trébol blanco ocurre lo contrario, observándose un forraje mayor de raigrás de color verde oscuro.

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

### 2.2.3 Dinámica de las mezclas

Las mezclas ultrasimples invernales, dado están formadas por especies perennes, presentan una respuesta rápida a las condiciones de temperatura y humedad favorables que se dan en el otoño. Durante el invierno la producción es baja, pero esta aumenta en la primavera. En el verano, la producción

depende de la temperatura y el contenido de humedad del suelo. Sin embargo, aún frente a condiciones muy favorables de éstas variables, las especies templadas están fisiológicamente incapacitadas para aprovechar los niveles altos de radiación solar de ésta época por lo que su producción de forraje se ve limitada, lo que las expone muchas veces por el mal manejo, a la invasión malezas estivales (Carámbula, 2007a).

Si la pastura a sembrar estará compuesta por una mezcla ultrasimple, pero existen dudas en cuanto al comportamiento de alguna de las especies, Carámbula (2007a) propone que debería elevarse a dos esta misma, transformándose así en una mezcla simple. Para ello, en los suelos pobres se debería favorecer a la fracción leguminosa y en los ricos a la fracción gramínea. Las especies que se utilicen deberían presentar un ciclo similar.

La presencia de una gramínea perenne es de mucha importancia ya que éstas tienen la tendencia de ocupar los espacios vacíos mientras la pastura envejece y la leguminosa se va raleando, lo que complica la invasión por parte de las malezas y reduce los riesgos de erosión por suelo descubierto (Carámbula, 2007a).

Es posible lograr incrementos importantes en producción de materia seca y un lapso de tiempo mayor de producción agregando a las mezclas ultrasimples invernales una leguminosa de ciclo estival como es el lotus. Formoso et al. (1982), afirman que un ejemplo de esto es la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, de gran adaptación y difusión, ya que es indicada para rotaciones de larga duración por su buen comportamiento en el largo plazo.

Carámbula (2007a) afirma que las mezclas complejas de ciclos complementarios la producción otoño - invierno - primavera está dada principalmente por las especies invernales mientras que el aporte de las estivales es especialmente primavero - estival. Más allá de que estos períodos de mayor producción no coinciden, lo cual disminuye la competencia entre éstas, no se obtendrá de cada grupo el mismo rendimiento logrado cuando están solas, sin ninguna competencia. Según el autor, la ventaja adicional que tienen estas mezclas, además de que no evolucionan a mezclas ultrasimples, es que impiden la invasión de malezas en ambos ciclos y en especial de la gramilla en el verano.

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, 2007a).

Muchas veces este predominio de las leguminosas sobre las gramíneas se debe a que las pasturas se siembren sobre suelos pobres y degradados, en los cuales la fertilización fosfatada con la falta de nitrógeno, conduce a una deficiente implantación de las gramíneas e inevitablemente el desbalance de especies en la mezcla (Carámbula, 2007a).

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

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

Mientras en los primeros años dominan las leguminosas, a partir del tercer año de la pastura se afirman las gramíneas si es que fueron bien implantadas desde el inicio. Las leguminosas pueden sufrir pérdidas de plantas en veranos secos, por lo tanto es importante la generación de buenos bancos de semilla. Éstas mezclas presentan graves riesgos de enmalezamiento en general y en particular de gramilla (Carámbula, 2007a).

Uno de los principales focos de inestabilidad de las pasturas es la invasión de malezas en el verano. Éstas encuentran las mejores condiciones para su crecimiento, en los espacios de suelo descubierto que aparecen en el verano como consecuencia de la desaparición de las leguminosas invernales sensibles a las sequías, constituyendo los nichos ideales para las especies invasoras (Carámbula, 2007a).

Según Herriott, citado por Carámbula (2007a) los animales que pastorean en mezclas presentan un mayor consumo que cuando estas especies se encuentran en cultivos puros, demostrando una mayor apetecibilidad por el forraje. Por otro lado se evitan problemas nutricionales y fisiológicos como el meteorismo (en leguminosas puras) e hipomagnesemia y toxicidad por nitratos (en gramíneas puras). Por último, una buena proporción de leguminosas uniformiza la materia seca digestible a lo largo de un lapso de tiempo mayor, estimulando así la producción animal.

Rosengurtt (1979) reafirma la idea de que los animales apetecen la diversidad de especies de manera que cuando predomina exageradamente una, por óptima que fuese, los ganados buscan y castigan a las otras en

minoría, aunque sean de menor calidad; esto se ve más claro en praderas artificiales.

## 2.3 EFECTOS DEL PASTOREO

### 2.3.1 Aspectos generales

La interrelación entre el rumiante en pastoreo y la pastura es un proceso dinámico de doble vía. Por un lado, los aspectos físico - químicos y morfológicos de las pasturas influyen el material ingerido por el animal, determinando esto junto con el potencial propio del animal, su desempeño. Por el otro, el forraje removido determina la cantidad y tipo de material remanente, que posteriormente tiene una influencia preponderante en la capacidad de rebrote de la pastura. En el control de estos procesos esta la base del manejo de los sistemas pastoriles (Lucas, citado por Agustoni et al., 2008).

El manejo de la defoliación para permitir rendimientos elevados de forraje durante la etapa vegetativa, debe considerar de forma primordial la frecuencia y la intensidad del pastoreo, presentando la menor pérdida posible de recursos naturales, favoreciendo a la vez el buen comportamiento animal (Carámbula, 2007a). El conocimiento de los efectos de la duración del rebrote dentro del patrón de cambios de los principales procesos fisiológicos involucrados en la acumulación neta de forraje, provee las bases racionales para optimizar la producción de pasto en el marco del manejo rotacional (Parsons y Penning, 1988).

Según Carámbula (2007b) cada pastoreo o corte que se efectúe afecta la entrega de forraje de la pastura a través de dos factores que normalmente tienen efectos opuestos: el número de pastoreos o cortes (frecuencia) y el rendimiento de cada uno de ellos (intensidad). Las estrategias de manejo basadas en estos factores y el momento de uso de una pradera, tienen influencia directa sobre la composición botánica, rendimiento y calidad de la misma (Hernández – Garay et al., citados por Velasco et al., 2005).

La producción de forraje en las praderas se puede aumentar, mediante el manejo eficiente de las diferentes estrategias de defoliación, al disminuir o aumentar la frecuencia e intensidad de pastoreo, para favorecer la tasa de

rebrote en las plantas y disminuir las pérdidas por muerte y descomposición del forraje (Matthews et al., citados por Garduño et al., 2009).

### 2.3.2 Parámetros que definen el pastoreo

#### 2.3.2.1 Intensidad

La intensidad de cosecha hace referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte, el cual está determinado por la altura del rastrojo al retirar los animales. Esto no sólo afecta el rendimiento de cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por tanto la producción total de la pastura. Parsons y Penning (1988), definen una defoliación severa como la eliminación de la mayor parte del área foliar, y lo consideran sinónimo de una eficiente utilización del crecimiento del pasto. De esta forma mayor intensidad tiene como beneficio la cantidad de forraje cosechado pero como perjuicio la producción de forraje subsiguiente (Carámbula, 2007a).

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

El área foliar remanente es determinada por la intensidad de la defoliación y por el tipo de crecimiento de la especie (erecto o postrado). Esto sumado a la eficiencia del rastrojo determina el crecimiento luego de una defoliación. Para que esto suceda debe estar formado por hojas nuevas, con bajos porcentajes de hojas senescentes lo cual compensa temporariamente eventuales bajos IAF (Carámbula, 2007b).

La intensidad del pastoreo afecta el número de plantas, el número de macollos y en particular el peso de los mismos (Grant et al. 1981, Hogdson 1990, Fulkerson y Slack 1995, Saldanha et al. 2010) Para no afectar negativamente el crecimiento posterior cada especie posee una altura mínima a la cual es recomendable dejar el rastrojo. De esta forma las especies postradas admiten menores alturas de defoliación que las especies erectas, aunque estas pueden adaptarse en parte a manejos intensos (Carámbula, 2007b).

Por tanto, 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 hacerlo así se puede causar daños graves en la pastura (Carámbula, 2007b).

#### 2.3.2.2 Frecuencia

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

Matthews et al., citados por Velasco et al. (2005), sugieren que al someter a *Lolium perenne* a una intensidad de corte de 5 cm cada 2 semanas, el intervalo entre defoliaciones resulta tan corto que no permite reponer las reservas de carbohidratos ubicadas en raíces y pseudotallos, las cuales son necesarias para el rebrote, debido a que la área foliar, que es la principal fuente para el proceso de fotosíntesis, no alcanzó su óptimo.

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

Cuando las pasturas son sometidas a periodos prolongados de descanso su rendimiento relativo es mayor debido a la posibilidad que tienen de recuperar las reservas (Langer, 1981).

Con referencia al número de pastoreos o cortes, si bien cada especie posee un período de crecimiento limitado, cuanto mayor es la frecuencia de utilización, menor es el tiempo de crecimiento entre dos cortes sucesivos y por tanto más baja será la producción de forraje de cada uno de ellos (Carámbula, 2007b). Según Moliterno (2002), el potencial de producción en el primer año depende más de la combinación de las diferentes especies sembradas en la mezcla, que de la frecuencia de defoliación. Por lo tanto la combinación correcta de especies, junto con un manejo adecuado de la frecuencia de defoliación, son variables que inciden fuertemente en la producción.

La frecuencia de defoliación no sólo tiene impacto sobre el comportamiento en las especies en la estación en que se realiza, sino además sobre las estaciones posteriores (Formoso, 1996).



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

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

Cuando la defoliación es frecuente y la pastura no alcanza su índice de área foliar óptimo, la relación rojo/rojo lejano de la luz aumenta, resultando en la formación de plantas con hojas cortas y con una alta densidad de tallos. En cambio, cuando la defoliación es menos frecuente aumenta la competencia por luz entre las plantas, por lo que éstas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994). Estos cambios en la calidad de la luz, inhiben o promueven en mayor o menor medida el macollaje.

Según Brougham (1956), cuando una pastura es defoliada con una mayor intensidad, el período de tiempo para lograr interceptar el 95% de la radiación incidente se alarga, determinando un período de tiempo mayor entre pastoreos sucesivos.

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

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

Zanoniani (1999), propone como objetivos del pastoreo, colocar las plantas en iguales condiciones de competencia por los recursos disponibles, permitiéndoles además su recuperación luego de finalizado el pastoreo. De esta forma es necesario descartar el pastoreo continuo tradicional, ya que el mismo no tiene en cuenta estos aspectos. En cambio, el pastoreo rotativo/racional, permitiría contemplar los objetivos anteriores.

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

El efecto causado por las defoliaciones varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz por la disposición característica de sus hojas, permitiendo recuperarse más rápidamente que las gramíneas. Dentro de estas últimas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados. Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo, por lo tanto sus rendimientos de forraje resulta menor que el de una gramínea erecta. Se puede afirmar entonces que las gramíneas de porte erecto presenta un mayor rendimiento de forraje con manejos más aliviados (Carámbula, 2007a).

En concordancia con los párrafos anteriores, Heitschmidt (1984) reportó que la producción de plantas de porte erecto, como el *Lolium perenne* y *Lotus corniculatus*, así como su persistencia, aumentan proporcionalmente con el largo de los períodos de descanso, es decir con manejos más aliviados, generando mayores producciones de forraje por hectárea en pastoreos rotativos, al ser comparados con continuos.

Cuando el manejo de las pasturas es aliviado, el área foliar remanente está constituida principalmente por hojas viejas, por lo que su valor como área fotosintéticamente activa es muy bajo. Esto es importante especialmente en gramíneas con poco desarrollo de nuevos macollos, donde la mayoría de las hojas jóvenes se encuentran en el estrato superior de la pastura. En otras especies, como el trébol blanco y el trébol subterráneo sucede todo lo contrario, y las hojas nuevas que se han formado bajo la sombra generada por el exceso de follaje, al ser expuestas repentinamente a la radiación solar intensa, pueden sufrir una fuerte desecación que provoque el cierre de los estomas, disminuyendo la eficiencia fotosintética de las mismas (Pearce et al., 1965).

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

Según Brancato et al. (2004), el pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies que integran una pastura. Esta incidencia va a depender básicamente de la especie animal y de la capacidad de carga que soporte la misma.

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

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

De forma muy general, se puede decir que pastoreos frecuentes y poco nitrógeno en el suelo favorecen a las leguminosas. Por otro lado, pastoreos poco frecuentes y un nivel alto de nitrógeno en el suelo promueve el desarrollo de las gramíneas. Por último, para lograr un buen balance entre gramíneas y leguminosas lo recomendado son pastoreos frecuentes y mucho nitrógeno en el suelo (Carámbula, 2007a).

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

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

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

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

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

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

#### 2.3.4.1 Efecto sobre el rebrote

El rebrote de las pasturas depende de si existe eliminación del meristema apical, del nivel de carbohidratos en el rastrojo remanente y del área foliar remanente y su eficiencia fotosintética (Escuder, 1996).

En pasturas bien manejadas, el rebrote es proporcional a la masa foliar presente y la pérdida de hojas representa simplemente una pérdida de área foliar fácilmente recuperable (Milthorpe y Davidson, citados por Carámbula, 2007b). Cuanto más alta y eficiente sea la cantidad de área foliar remanente, el período de retraso en la producción de forraje se acortará proporcionalmente (Brougham, 1956). La recuperación de la actividad radicular a niveles apreciables, no ocurre hasta que haya una superficie foliar considerable de hojas nuevas (Carámbula, 2007b).

Si el IAF remanente permite a las plantas quedar en una situación de equilibrio entre la fotosíntesis y la respiración, el rebrote podrá iniciarse sin dificultades y sin necesidad de recurrir a las sustancias de reserva. La mayor importancia del IAF remanente se da en períodos críticos como los del 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) (Blaster et al., citados por Carámbula, 2007b).

Luego del pastoreo, no sólo habrá cambios en las tasas de los principales procesos fisiológicos, sino también en la relación entre ellos. La fotosíntesis puede aumentar rápidamente al expandirse las nuevas hojas, pero puede haber un retraso antes de que exista un aumento correspondiente en la tasa de senescencia foliar, lo que daría como resultado una mayor duración del área foliar del rebrote (Hunt, Parsons y Robson, citados por Parsons y Penning, 1988).

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

El rebrote de especies forrajeras luego de ser consumidas, se lleva a cabo por una combinación de hojas residuales y reserva de carbohidratos, las que proveen energía al mismo (The Stockman Farmer, 2000). En general las sustancias de reserva se acumulan luego de que los productos de la fotosíntesis cubrieron los requerimientos fisiológicos y el crecimiento de los diferentes órganos. Por esto, un exceso en el nivel de reservas se debe a un crecimiento no realizado y si se exagera buscando porcentajes altos de reservas, se producirá poca materia seca, situación que ocurre con pastoreos infrecuentes y aliviados (Carámbula, 2007b).

Estudios previos con raigrás perenne (Alberda, Davies, Flukerson y Slack, Donaghy y Fulkerson, citados por Donaghy y Fulkerson, 1998) han demostrado una alta correlación entre el nivel de carbohidratos solubles al momento de la defoliación y el crecimiento subsecuente.

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

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

Para disminuir el nivel de reservas de carbohidratos solubles lo suficiente como para afectar el rebrote, es necesario cierta cantidad de defoliaciones frecuentes sucesivas. Por otro lado, el impacto que el nivel de carbohidratos solubles tenga sobre el rebrote depende también de la altura del remanente, habiendo una interacción entre dichos factores. La altura de defoliación afectaría no solo la cantidad absoluta de carbohidratos solubles en el área foliar remanente sino también los requerimientos de la planta, según el potencial fotosintético que represente (Fulkerson y Slack, 1995).

La primera hoja en expandirse luego de una defoliación actúa de fosa de carbohidratos solubles en una primera etapa y de fuente de carbohidratos solubles luego de expandirse completamente, aportando a las siguientes hojas en expansión (Williams, citado por Fulkerson y Slack, 1995). Estas afirmaciones sugieren que el peor momento para pastorear sería antes de la expansión completa de la primera hoja (Fulkerson y Slack, 1995), ya que se daría la primera etapa de consumo de las reservas, pero no habría una reposición posterior de las mismas.

Las reservas permiten mantener el vigor en las plantas y asegurar las funciones fisiológicas básicas durante la latencia. También favorecen rebrotes tempranos y rápidos, luego de períodos de latencia o defoliaciones severas, promoviendo a la vez el crecimiento extenso de raíces y rizomas. En leguminosas permiten una mejor nodulación, debido a que la falta de ellas impide el buen funcionamiento de los nódulos, los cuales de no recibir carbohidratos se desprenden al suelo (Vallentine, citado por Carámbula, 2007b).

Para mantener un nivel adecuado de reservas basta con dejar áreas foliares apropiadas luego de los pastoreos, promover las mismas antes de los períodos de latencia, así como demorar la defoliación al rebrotar las plantas después de períodos de estrés (Vallentine, citado por Carámbula, 2007b).

En las especies perennes se produce una disminución de las reservas con el desarrollo de las macollas fértiles. Esto se da progresivamente hasta la espigazón, pero luego de la antesis y mientras se da la fructificación, las reservas se van incrementando hasta llegar a los niveles iniciales. En las especies anuales en cambio, todas las sustancias nutritivas se van acumulando

en la región de los entrenudos del tallo alargado y en la inflorescencia, para contribuir al llenado de grano. Una vez que la semilla está madura la planta muere (Carámbula, 2007b).

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

Booyesen y Nelson, citados por Escuder (1996), obtuvieron resultados similares trabajando con *Festuca arundinacea*. La importancia de lograr una máxima intercepción de la luz derivada de estos ensayos llevó a que se pensara una propuesta del manejo del pastoreo con este objetivo. Así fue que se pensó que podrían obtenerse mayores rendimientos de materia seca, permitiendo que las pasturas rebroten lo más rápidamente posible hasta un punto algo superior al IAF óptimo, donde la tasa de crecimiento se hace cada vez menor, y volver a pastorear nuevamente hasta alcanzar un IAF algo inferior al óptimo. Esto significa mantener a la pastura dentro de una estrecha zona donde la tasa de acumulación se mantiene cerca del máximo, con pastoreos frecuentes y poco intensos. Sin embargo, se han presentado limitaciones en esta propuesta, asociadas a una menor densidad de la pastura, dado por una disminución en el número de macollos y la menor relación vivo/muerto, que afecta la calidad de la misma (Hunt y Brougham, citados por Escuder, 1996).

#### 2.3.4.2 Efecto sobre las raíces

Otro efecto importante de la defoliación, al bajar las sustancias de reserva, es su influencia en el sistema radicular, ya que cuando ocurre sobrepastoreo, se da una reducción considerable en los sistemas radiculares (Troughton, citado por Carámbula, 2007b). En los períodos de sequía, provoca una disminución de absorción de agua y nutrientes desde partes profundas del suelo, condicionando también el rebrote y la supervivencia de las plantas.

Para que las pasturas produzcan abundante forraje, es necesario, entre otros factores, que cuenten con un sistema radicular adecuado, especialmente en momentos de déficits hídricos (Carámbula, 2007b).

Luego de cada corte o pastoreo una parte importante de los sistemas radiculares de una pastura muere y con ella, en las leguminosas mueren

también numerosos nódulos, todo lo cual sucede como consecuencia de la falta de aporte de carbohidratos producidos por la parte aérea, al quedar ésta reducida luego de un pastoreo (Carámbula, 2007b).

El sobrepastoreo en invierno altera el microambiente de la pastura, principalmente a través del pisoteo, lo cual afecta la parte aérea de las plantas, sino que también sus sistemas radiculares a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. Como consecuencia de esto se produce una menor aireación y una menor velocidad de infiltración del agua (Edmond, citado por Carámbula, 2007b).

Si ocurre un exceso hídrico en suelos con mal drenaje, asociado a sobrepastoreo, ocurren disminuciones en el crecimiento, volumen y vigor de los sistemas radiculares y por tanto condiciona, no sólo un atraso importante en el rebrote de la parte aérea, sino lo que es peor, la supervivencia de las plantas en el verano siguiente. Esta época es el mejor momento para la formación y desarrollo de sistemas radiculares adecuados, que permiten enfrentar de mejor manera, situaciones críticas debidas por la ocurrencia de sequías que se registran mayormente en el verano (Carámbula, 2007b).

#### 2.3.4.3 Efecto sobre la utilización del forraje

*"La utilización de las pasturas asume alguna forma de defoliación. Las pasturas son cosechadas varias veces por año con corte o pastoreo lo cual, implica perder casi la totalidad de la superficie foliar interceptora de luz. Consecuentemente, la producción depende estrechamente del rebrote y de los factores que lo afectan"* (Davies, citado por Escuder, 1996).

La pastura es una comunidad dinámica de plantas donde se produce material nuevo por crecimiento y por otro lado el material viejo muere y se descompone (Bircham y Hodgson, citados por Escuder, 1996).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación así como también de las características estructurales de la pastura. Cuando el intervalo entre sucesivas defoliaciones es mayor a la vida media foliar, una mayor proporción del material verde producido puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la porción cosechable aumenta. Por esto el tipo de manejo (frecuencia y severidad de defoliación) interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura para determinar la fracción cosechable de la misma (Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al., 2004). Esto es importante para establecer



estrategias de pastoreo, considerando el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollos y teniendo en cuenta el tiempo de descanso óptimo, para cada especie en particular.

Las hojas, luego de alcanzar su tamaño final, permanecen durante un tiempo y mueren (Robson et al., citados por Escuder, 1996). El período durante el cual permanecen activas depende de muchos factores, como puede ser la especie y la estación del año. La tasa de aparición y la vida media de las hojas, son determinantes del porcentaje de cosecha ya que si, por ejemplo, el intervalo de aparición y muerte de hojas es de 25 días y la entrada de los animales a la pastura es cada 30 días, se está permitiendo que una proporción de las hojas muera antes de ser consumidas. También existe la muerte de macollos y estolones.

*"Un aumento en la presión de pastoreo acarrea un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje, pero como eso también implica una disminución en el IAF y, consecuentemente, una menor interceptación de luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye"* (Smetham, citado por Escuder, 1996).

Para lograr la máxima producción debe evitarse defoliaciones tan severas que reduzcan el crecimiento de forraje, pero que sea lo suficientemente intensa como para lograr una eficiencia de cosecha alta, disminuyendo las pérdidas de forraje por senescencia (Pearson et al., citados por Escuder, 1996).

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

Según Grant et al. (1981), la morfología de las plantas se ve modificada por efectos del pastoreo. El grado en que se da esta modificación depende básicamente de la especie animal y la carga a la cual es sometida la pastura. Por otro lado, el efecto de la defoliación no es significativo cuando esta se genera en la lámina de la hoja, pero se aprecia una disminución en el largo de las mismas cuando son defoliadas a nivel de su vaina.

La defoliación tiene efecto sobre las plantas, según sean las características morfo – fisiológicas de éstas. Chapman y Lemaire, citados por Escuder (1996), han señalado que algunas especies forrajeras tienen plasticidad fenotípica, modificando su morfología y la estructura de la población, frente a incrementos en la presión de pastoreo, para mantener un crecimiento relativamente constante (homeostático).

Especies de hábito erecto y que pueden ser defoliadas casi por completo, como es el caso de la alfalfa, tienen un desarrollo menor de los

mecanismos homeostáticos. Por lo tanto, si no queremos perjudicar a estas plantas, es necesario retirar los animales y esperar a que recompongan su área foliar y sus reservas, durante un buen período de descanso. En algunas gramíneas como el pasto ovillo o la cebadilla, las defoliaciones muy severas también son perjudiciales, por afectar la mayor parte de las reservas que se encuentran en la base de las vainas o pseudotallo. En gramíneas como el raigrás, la producción neta no se ve afectada debido a que existe una relación inversa entre el peso y tamaño de los macollos, lo que les permite alterar su estructura. Por otro lado, si la tasa de crecimiento de la pastura disminuye con altas cargas, las pérdidas por senescencia también lo hacen (Escuder, 1996).

Según Hay y Newton, citados por Olmos (2004), cuando son manejadas defoliaciones severas, la tasa de aparición de nudos y el crecimiento de las yemas axilares son reducidas drásticamente, provocando un aumento en la mortandad de plantas.

Según Teuber y Laidlaw (1996), el crecimiento de trébol blanco luego de un pastoreo se ve disminuido en la medida que la pastura crece, lo que está dado principalmente por la variación en el ambiente lumínico, donde se ve reducida la radiación fotosintéticamente activa y la relación rojo / rojo lejano de la luz conforme avanza el crecimiento. Estos factores inciden en el desarrollo de los fitómeros, donde los cambios registrados fueron un aumento en la ramificación de los tallos, en el crecimiento de las yemas axilares y en el número de hojas por tallo.

La eficiencia de la hoja (definido como la tasa de aumento de peso de la materia seca de la hoja por unidad de área) fue muy influenciada por la intensidad de defoliación. Esta eficiencia fue inicialmente menor luego de una defoliación severa que luego de una defoliación más aliviada. Luego crece rápidamente hasta un máximo para posteriormente decrecer (Brougham, 1956).

El aumento en la tasa de macollaje debido al uso más intenso y frecuente de una pastura es consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea a cada una de las plantas, provocado principalmente por el corte de plantas vecinas. Este permite un ambiente lumínico (cantidad y calidad de la luz) en la base de la misma más favorable para la aparición de macollos (Voisin, Younger, citados por Brancato et al., 2004).

Pasturas de trébol blanco donde se incrementó la frecuencia de cortes, resultó tanto en la reducción del número de puntos de crecimiento (Fisher y Wilman, citados por Olmos, 2004) como en el número de hojas por planta, el

tamaño de las hojas y la materia seca por planta (Singh y Sale, citados por Olmos, 2004).

Avendaño et al. (1986), trabajando con una pastura natural, encontró que las gramíneas de porte alto fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo, lo que estaría dado por su mayor disponibilidad de forraje en los estratos superiores. Por otro lado no se observaron diferencias en la respuesta de especies de bajo porte a las diferentes presiones de pastoreo, indicativo de su gran adaptación a diferentes tipos de manejo. Estos tratamientos provocaron que en el estrato inferior (0 - 5cm) se concentrara el 87 % y el 67 % de la materia seca, para las altas y bajas presiones de pastoreo respectivamente.

#### 2.3.4.5 Efectos sobre la composición botánica

Cuando la composición botánica es modificada, en consecuencia la distribución de la producción a lo largo del año se ve alterada, pero la producción total anual tiene menor variación (Escuder, 1996).

Según sean gramíneas o leguminosas, las pasturas pueden influir de forma distinta en la curva de respuesta entre oferta de forraje y consumo o ganancia de peso. Por un lado con leguminosas, el consumo y las ganancias máximas, con una oferta no limitante, puede ser más altos que con gramíneas, debido a factores nutricionales que afectan el consumo. Por otro, con leguminosas el animal alcanza su máximo consumo a una oferta menor de forraje que con gramíneas, dado por factores no nutricionales como la estructura de la pastura, que facilitan la cosecha (Poppi et al., citados por Cangiano, 1996).

Varios estudios han concluido que las distintas frecuencias e intensidades de pastoreo, presentan cierto efecto en la respuesta de las pasturas, en términos de composición botánica y densidad de las plantas (Heitschmidt, 1984).

Jones, citado por Barthram et al. (1999), reconoce que existen momentos críticos del año para una pastura donde, darle tiempo de recuperación luego de una defoliación así como pastorearla intensamente, puede alterar la composición de especies de la misma. El tiempo de ese período crítico depende de las especies presentes, pero en general, defoliaciones poco intensas en momentos de activo crecimiento de una especie, puede favorecer la predominancia de ésta en la pastura.

Sin embargo, Barthram et al. (1999) afirma que los cambios en la composición botánica debidas a alteraciones en el manejo son lentos en ocurrir, mientras que cambios en la estructura vertical de la pradera son visibles en menor tiempo.

Jones, citado por Carámbula (2007b) concluye que gran parte del descenso en la productividad y el deterioro de la composición botánica de las pasturas sembradas es el resultado de manejos incorrectos. También enfatizó la importancia fundamental de las interacciones entre manejo y fertilizante, en el mantenimiento o mejoramiento de la composición y calidad de la pastura.

Bajo pastoreo rotativo controlado con altas cargas, las parcelas fertilizadas cambiaban su composición florística predominando las especies deseables. Las mismas, pero sin subdivisiones adecuadas y bajo pastoreos no controlados, casi no mostraban cambios en su composición botánica ni en su longevidad, porque el pastoreo selectivo anulaba el efecto benéfico del fertilizante (Carámbula, 2007b).

#### 2.3.4.6 Efectos sobre la persistencia

La falta de persistencia ocurre en general por una pérdida de las especies perennes sembradas, básicamente las leguminosas, mientras que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variadas, aunque teniendo rendimientos menores a medida que avanza la edad de la pastura. Al disminuir las leguminosas, sus nichos van siendo ocupados por plantas invasoras como malezas y gramíneas ordinarias, muchas veces anuales (Carámbula, 2007a).

Muchos de los fracasos observados son resultado de errores básicos en el manejo del pastoreo, independientemente de los problemas de persistencia que presentan las pasturas (Sheath et al., citados por Carámbula, 2007b).

El pastoreo, provoca de no ser bien manejado, áreas contrastantes que son severamente pastoreadas hasta otras con pastoreo muy liviano, lo cual afecta la persistencia de diversas maneras. En el caso de las gramíneas el riesgo de baja persistencia se explica en base a la presencia de macollas inestables, por ser éstas pequeñas y débiles (Hughes y Jackson, citados por Carámbula, 2007b).

El pastoreo directo no sería capaz de producir inconvenientes serios por sí mismo, si la defoliación por los animales se realiza de acuerdo con las recomendaciones especificadas para cada especie y circunstancia. Por el contrario, algunos factores asociados podrían ser los que provocarían precisamente, ciertos efectos nocivos sobre las pasturas (Hay y Hunt, citados por Carámbula, 2007b). Se citan el pisoteo, el pastoreo selectivo, el traslado de fertilidad, entre otros, los cuales deben ser tenidos en cuenta para orientar el manejo en forma tal que no perjudique la persistencia (Carámbula, 2007b).

Por ejemplo, el pastoreo provoca compactación y desagregación. La primera afecta directamente el crecimiento de las raíces y reduce el rendimiento, y la segunda provoca pérdidas de suelo por erosión (Carámbula, 2007b).

El pastoreo interacciona en forma muy compleja con los factores ambientales dominantes y con las especies que componen la pastura. Cuando las presiones ambientales son severas (altas temperaturas, sequías), el manejo se vuelve crítico, para tratar de no afectar la persistencia de las plantas. Al contrario, cuando las presiones ambientales son bajas y por tanto las condiciones para el crecimiento son favorables es posible realizar, en ciertos momentos, manejos relativamente severos (Carámbula, 2007b).

La población de plantas de las especies sembradas en general disminuye luego del año de la siembra, aunque la producción alcanza un máximo en el segundo y tercer año en que las plantas son más vigorosas. A partir de entonces se da un proceso de decadencia en que las plantas se fragmentan en clones y tienden a desaparecer. Estas etapas más rápidas pasarán cuanto más irracional sea el manejo que se aplique (Carámbula, 2007b).

Cualquier factor que retrase el crecimiento radicular tendrá un impacto negativo en la sobrevivencia de las plantas, ya que se verá afectada la absorción de agua y nutrientes (Donaghy y Fulkerson, 1998).

La presencia de plantas está asociada no sólo a la estabilidad de la pastura sino también a su producción, la cual debe ofrecer una producción anual satisfactoria, y específicamente cubrir la demanda durante los períodos críticos con déficit de forraje (Carámbula, 2007b).

Para las especies perennes, la persistencia debe favorecerse básicamente por un manejo del 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. A pesar de esto, en

ciertas especies y bajo ciertas condiciones se debe permitir que se cumpla el proceso de floración-fructificación (Carámbula, 2007b).

#### 2.3.4.7 Efectos sobre la calidad

Haciendo referencia a la influencia del pastoreo sobre la calidad de la pastura, Wade, citado por Escuder (1996), observó que al aumentar la carga en pasturas de zonas templadas, la disminución en el consumo forraje fue de mayor importancia relativa que la disminución en el valor nutritivo de la materia seca ingerida.

Para hacer un buen manejo de las pasturas cuando estas pasan a su etapa reproductiva es necesario recordar que la producción de forraje en este momento, depende del desarrollo de los tallos fértiles, de los tallos vegetativos, y de la aparición de nuevas macollas y tallos pequeños que van reemplazando a los tallos fértiles, cuando estos son removidos (Carámbula, 2007b).

Aquí hay que tener presente que en esta etapa se va a dar una gran acumulación de materia seca pero con una notoria caída en la calidad de la misma. Por tanto si nuestro objetivo principal es el de utilizar el forraje directamente con los animales hay que hacer un balance entre los dos aspectos anteriores. De esta forma es ideal comenzar con el control temprano en la primavera, cuando el animal no puede discriminar entre macollas vegetativas y reproductivas. Si esto se logra, el macollaje será activo, con sistemas radiculares más profundos y con entrega de forraje de mayor calidad hacia el verano. Debe de tenerse en cuenta que estos pastoreos de fines de primavera así como los del inicio no deberán ser intensos. Todo esto se aplica para especies perennes donde la floración no es necesaria, y tiene beneficios suprimirla (salvo en algunas especies y bajo determinadas circunstancias). Contrariamente a lo que ocurre en las especies anuales donde hay que favorecer la floración y fructificación para asegurar su persistencia (Carámbula, 2007b).

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

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

### 2.3.5 Efectos del pastoreo sobre el desempeño animal

El consumo es afectado por dos componentes, la pastura y el animal. Con respecto al animal, de acuerdo a las distintas limitantes del consumo, intervienen distintos mecanismos. El mecanismo de bocados presenta un límite superior que es el número y peso de bocados. El mecanismo de distensión tiene como límite el llenado ruminal. Cuando este último es alcanzado, empieza a limitar el consumo por el tiempo de retención. Por otro lado el tiempo de retención depende de la tasas de digestión y de pasaje. El mecanismo metabólico asume un límite superior en el consumo de energía digestible, el que, cuando es alcanzado, determina el consumo por la concentración de energía digestible de la dieta (Cangiano, 1996).

Cuando la cantidad de forraje es alta, el carácter del forraje determina el consumo a través de la distensión ruminal o, cuando el mismo es muy alta calidad, a través del mecanismo metabólico. Por el contrario, si la cantidad de forraje es baja, el carácter del mismo poco tiene que ver con el consumo. En esta situación el consumo se ve más afectado por el comportamiento ingestivo, a través de las limitaciones en el peso de bocado, la tasa de bocado y/o el tiempo de pastoreo. Estas condiciones también podrían presentarse en situaciones de alta cantidad de forraje pero de baja accesibilidad (Cangiano, 1996).

Según Hodgson (1984), variaciones en las condiciones de las pasturas y la oferta de forraje influyen en el desempeño animal, a través de sus efectos en el rendimiento y en el valor nutritivo de forraje consumido.

La reducción de la oferta de forraje podría disminuir la digestibilidad del forraje consumido (Geenty y Sykes, citado por Hodgson, 1984), pero esta reducción genera un impacto menor en el desempeño animal que el causado por la limitación directa del consumo.

*"En pastoreo continuo los animales tienden a pastorear durante más tiempo (12 – 36 %) que en pastoreo rotativo"* (Ernst et al., Arriaga-Jordan y Colmes, citados por Cangiano, 1996).

Hay muchos factores que afectan el consumo de forraje por parte de los animales, relacionados con el animal (edad, peso, condición corporal), la pastura (digestibilidad, composición química), el manejo (oferta de forraje, suplementación, fertilización) y el ambiente (temperatura, humedad, fotoperíodo), entre otros (Cangiano, 1996).

La producción de forraje, la utilización por los animales del mismo, y la conversión de este forraje en producto animal son procesos que se ven afectados por la intensidad de pastoreo, la cual resulta de la relación entre el número de animales y la biomasa presente. Esta intensidad ha sido definida por Mott (1960) como presión de pastoreo, mientras que carga es el número de animales por hectárea sin tener en cuenta el forraje disponible. Hodgson, citado por Escuder (1996), hace referencia a la carga como una relación que se mantiene durante un período de tiempo, considerando la presión de pastoreo como en un instante dado.

## 2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.4.1 Aspectos generales de la producción animal.

La carga animal es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico – económico del ecosistema pastoril y la persistencia productiva de la pastura sembrada (Mott, citado por Chilbroste et al., 2005). A nivel predial, el efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo, la cual puede ser manejada a través del balance entre la tasa de crecimiento, muerte y consumo de forraje por parte del animal, y que genéricamente denominamos intensidad de pastoreo.

Una carga alta, puede causar una reducción en la tasa de crecimiento de las pasturas por el efecto negativo de la intensidad del pastoreo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas. Por otro lado una menor carga genera mayor acumulación de restos secos que afectan negativamente la tasa de crecimiento de las pasturas (Lemaire y Chapman, citados por Chilbroste et al., 2005).

En sistemas pastoriles, el consumo es generalmente más importante que la digestibilidad de la materia seca para maximizar la producción animal en rumiantes. Crampton et al., citados por Waldo (1986), calculó una contribución relativa de un 70 % del consumo y un 30 % de la digestibilidad, cuando tanto gramíneas como leguminosas fueron consideradas.

Mott (1960) sostiene que en pastoreos con baja carga la producción individual de los animales será alta, y que en la medida que aumentamos la carga esta ganancia de peso individual se verá reducida progresivamente. Esto se debe a que la menor disponibilidad de forraje por animal pasa a ser una



limitante del consumo e incrementa los costos energéticos de la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. Con aumentos de la carga, la producción de carne por hectárea será mayor dentro de cierto rango, ya que los incrementos de producción por parte de la carga son relativamente mayores a los que se pueden ganar con menor carga y con ganancias individuales máximas.

La eficiencia de conversión del forraje a carne es máxima cuando el consumo es máximo. Pero aquí se establece una relación inversa entre la cosecha de forraje y la conversión a producto animal, dado que si ésta es muy alta, puede estar afectando el consumo por animal y por lo tanto disminuyendo considerablemente las ganancias individuales (Escuder, 1996).

#### 2.4.2 Relación entre consumo - disponibilidad - altura

La relación entre consumo de materia seca y cantidad de forraje se expresa gráficamente como una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo (Poppi et al., citados por Cangiano, 1996). En la misma, se puede distinguir una parte ascendente, donde la característica que limita el consumo es la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales). Este comportamiento ingestivo incluye el tiempo de pastoreo (minutos por día), la tasa de bocados (bocados por minuto) y el peso de bocado (g), y es afectado por la selección de la dieta y la estructura de la pastura. Por otro lado, en la parte asintótica de la curva, 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, considerando la oferta de forraje como no limitante.

Existe variación en la relación consumo o la ganancia de peso, con la oferta de forraje. Tanto la altura como la densidad, inciden en la facilidad de cosecha por parte del animal, por lo tanto sobre el peso de bocado y su consumo diario (Poppi et al., citados por Cangiano, 1996).

*"El peso de bocado puede expresarse en términos de volumen (profundidad x área) y la densidad del forraje del horizonte de pastoreo"* (Hodgson, Burlison, citados por Cangiano, 1996). Este es altamente sensible a la variación en la altura del forraje y ante una disminución de la altura de la pastura, el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados tienden a aumentar en compensación, hasta un cierto valor punto en el cual la compensación es insuficiente para evitar una caída en la tasa de consumo y el consumo diario.

El peso de bocado es la variable del comportamiento ingestivo que mayor efecto tiene en el consumo y la altura de la pastura parece ser la característica que tiene mayor incidencia en el peso de bocado (Hodgson, citado por Cangiano, 1996).

Laca et al., citados por Cangiano (1996), observaron en novillos, que el peso de bocado fue afectado por la altura y la densidad de la pastura. Frente a una misma cantidad de biomasa, los animales lograron obtener mayores pesos de bocado en pasturas alta y ralas que en las bajas y densas.

#### 2.4.3 Relación oferta de forraje - consumo

A medida que la oferta de forraje disminuye existe una reducción en el consumo como resultado de un incremento creciente en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979). Allegri (1982) afirma que la producción por animal y por hectárea está determinada principalmente por las variaciones en la disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas, siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes.

La característica de selección por parte de los animales es conocida. En general, tanto los bovinos como los ovinos prefieren las hojas frente a los tallos, así como los materiales verdes y jóvenes frente a los maduros o muertos. En situaciones de exceso de forraje y de heterogeneidad de la pastura (tanto en estructura como en valor nutritivo), los animales tienen la oportunidad de seleccionar su dieta, cosechando algunas partes de la planta y rechazando otras. A medida que las partes preferidas por los animales empiezan a declinar, la elección de éstos puede empezar a afectar la tasa de consumo y el consumo diario. En bovinos, se ha observado que la presencia de tallos florales en gramíneas cespitosas afectan de forma negativa la cantidad de forraje cosechado (Ganskopp et al., citados por Cangiano, 1996). Cuando el forraje es más homogéneo en calidad, el animal selecciona por una mayor cantidad de forraje, maximizando la tasa de consumo (Distel et al., citados por Cangiano, 1996).

Wales et al. (1998) encontró que con altas asignaciones de forraje, los animales seleccionaban dietas con una mayor digestibilidad *in vitro* de la materia seca, una proporción mayor de proteína cruda y con menores niveles

de fibra detergente neutro en relación a las dietas seleccionadas con bajas asignaciones de forraje.

En situaciones donde el forraje está compuesto de hojas de relativa alta calidad y tallos de un valor nutritivo menor, al aumentar la presión de pastoreo puede lograrse una mayor eficiencia de cosecha aunque obligando a los animales a consumir una mayor proporción de tallos en su dieta, resultando en un efecto negativo sobre la producción. Frasinelli, citado por Escuder (1996), trabajando con alfalfa, observó que a medida que la oferta de forraje disminuía y, fundamentalmente, frente a un menor contenido de hojas, la respuesta de los animales fue aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocados, pero disminuyendo el peso de los mismos y el consumo. Este tipo de respuesta es similar a la encontrada por Chacon y Stobbs, Hodgson, citados por Escuder (1996) con otras especies, por lo que se puede asumir que este comportamiento es válido en cualquier tipo de pastura.

Blaser, citado por Escuder (1996) señaló que, tanto con pastoreo continuo como con pastoreo rotativo, es posible alcanzar el máximo consumo potencial para una pastura dada. Los animales que entran primero a las pasturas (punta) muestran mayores ganancias individuales, ya que la selectividad que pueden realizar en esa situación es máxima. No obstante, como forma de lograr una buena utilización del forraje y asegurar un rebrote de calidad, es necesario continuar pastoreando con otro lote de animales, con menores requerimientos (cola). Con pastoreo continuo, pueden obtenerse al inicio, ganancias individuales semejantes, ya que la selectividad será alta también en esa situación. Sin embargo, a medida que pasa el tiempo, hay zonas de la pastura que serán subpastoreadas, en las que comienza a menguar la calidad por el envejecimiento de las hojas, reduciéndose el área de pastoreo y el consumo de los animales. Con pastoreo rotativo, al tener más controlada la defoliación, se le permite a la pastura un mayor crecimiento y mayores oportunidades de selección a medida que transcurre la estación de pastoreo.

En especies gramíneas de regiones templadas, como raigrás perenne, festuca, pasto ovillo, entre otras, y leguminosas de tipo estolonífero, manejadas con cargas bajas, es posible que tanto el pastoreo continuo como el rotativo, sean aplicados de forma eficiente, sin una superioridad muy clara de uno sobre el otro. Por otro lado, el pastoreo rotativo tiene claras ventajas con cargas altas y especies poco plásticas, tanto en producción como en persistencia de la pastura, las que finalmente se reflejan en la performance animal (Escuder, 1996).

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. Reducciones en el consumo a bajas asignaciones de forraje resultan de un incremento en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979).

Almada et al. (2007), encontraron ganancias medias diarias (GMD) de 1,0; 1,5; 1,7 y 1,7 kg/animal/día (kg/a/d) trabajando con ofertas de forraje (OF) de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5 % del peso vivo respectivamente, en novillos Holando pastoreando una pradera de primer año compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Por otro lado obtuvieron producciones de peso vivo (PV) por hectárea de 1100, 900, 700 y 500 kg respectivamente con las ofertas de forraje mencionadas.

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

Datos de Rovira (2005), muestran que novillos Hereford y cruza Averdeen Angus de 320 kg en promedio, pastoreando una pradera de 2° año de *Trifolium repens*, *Lolium multiflorum*, *Lotus corniculatus* y *Dactylis glomerata* en el período noviembre – enero, con ofertas de forraje de 5,0; 9,0 y 15,0 % del peso vivo, obtuvieron GMD individuales de 0,85; 1,1 y 1,0 kg/a/d respectivamente, logrando producciones de 160, 140 y 100 kg/ha de PV.

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

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

Por otro lado, Foglino y Fernández (2009), trabajando con novillos Holando en una pradera perenne de primer año, obtuvieron ganancias del orden de 2,1 kg/a/d, cuando pastoreaban con una OF del 5,6 % del peso vivo. La producción de PV en este trabajo fue de 410 kg/ha. Estas altas GMD pueden

lograrse dada la alta eficiencia que es propia de la raza Holando y una oferta de forraje adecuada.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 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 15 de mayo y el 24 de octubre en el año 2012, sobre dos mezclas forrajeras de tercer año.

##### 3.1.2 Información meteorológica

Uruguay presenta un clima templado a sub tropical (Durán, 1985), con un promedio de precipitaciones de 1200 mm anuales, siendo su distribución 30 % verano, 28 % otoño, 18 % en invierno y 24 % en primavera.

Según Berreta (2001) las temperaturas medias en el Uruguay oscilan entre 16 °C para el sureste y 19 °C para el norte. Mientras que para enero, el mes más cálido, las temperaturas oscilan entre 22 °C y 27 °C y para el mes más frío del año, julio, las temperaturas varían desde 11 °C a 14 °C respectivamente para cada región.

##### 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 tercer 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. La densidad de siembra fue a razón de 10 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná, 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, 10 kg/ha de *Paspalum notatum* cv. Pensacola bahia grass, 45 kg/ha de *Paspalum dilatatum*. Se fertilizó con 159 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 la combinación de las dos mezclas con distintas dotaciones animales:

- 1) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* con 4 novillos por parcela (D 4).
- 2) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* con 2 novillos por parcela (F 2).
- 3) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* con 4 novillos por parcela (F 4).
- 4) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* con 6 novillos por parcela (F 6).

Las praderas fueron pastoreadas con 16 novillos de aproximadamente 18 meses de edad, de la raza Holando, con un peso individual promedio inicial de 351 kg, asignados al azar en los tratamientos. La fecha de inicio del primer pastoreo fue el 11/06/2012.

Las dotaciones de los distintos tratamientos fueron las siguientes: Tratamiento D 4 con 3,1 novillos/ha; Tratamiento F 2 con 1,5 novillos/ha; Tratamiento F4 con 3,1 novillos/ha; Tratamiento F 6 con 4,6 novillos/ha.

El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue una intensidad de 5 cm.

### 3.1.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar. El área experimental, que abarca 5,12 hectáreas, se dividió en cuatro bloques, correspondiendo cada uno a una repetición. Estos a su vez fueron divididos en cuatro parcelas conteniendo cada una de ellas uno de los tratamientos antes mencionados. Por lo tanto se realizaron, cuatro bloques con cuatro tratamientos cada uno asignados al azar.



N ←

<b>BLOQUE 1</b>	<b>D 4</b>	<b>F 4</b>	<b>F 2</b>	<b>F 6</b>
<b>BLOQUE 2</b>	<b>F 6</b>	<b>F 4</b>	<b>F 2</b>	<b>D 4</b>
<b>BLOQUE 3</b>	<b>F 2</b>	<b>F 6</b>	<b>D 4</b>	<b>F 4</b>
<b>BLOQUE 4</b>	<b>D 4</b>	<b>F 4</b>	<b>F 6</b>	<b>F 2</b>

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

### 3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

En este trabajo, las variables estudiadas fueron básicamente la producción de forraje de las mezclas, la composición botánica de las mismas a lo largo del período experimental y la producción de peso vivo, tanto en términos de ganancia de peso individual de los animales, como de producción en kg de PV/ha en ese período.

#### 3.2.1 Mediciones de las principales variables

A continuación se describen el procedimiento utilizado para la medición de las distintas variables de interés para este trabajo.

##### 3.2.1.1 Forraje disponible y rechazado

El forraje disponible es la cantidad de forraje presente (expresado en kg/ha de MS) previo al ingreso de los animales a la parcela. Por otro lado, el

forraje remanente es el forraje presente luego de que los animales se retiran de la parcela.

Para la medición de éstas variables el método utilizado fue el de doble muestreo (Cayley y Bird, 1991). Éste consiste en la determinación de una escala de apreciación visual de 5 puntos para la medición del forraje disponible y una escala de 3 puntos para la medición del forraje rechazado, ya que éste último fue más homogéneo. Esta escala intenta contemplar las variaciones en cantidad de forraje dentro de la parcela.

Para cada uno de los puntos de estas escalas se tomaron tres muestras que consistieron en la realización de cortes al ras del suelo (dejando 1 cm de altura), utilizando una tijera de aro y cortando dentro de cuadros de 50 cm de largo y 20 cm de ancho. De esta forma se obtuvieron un total de 15 muestras para el caso de la escala del forraje disponible y 9 muestras para el caso de la escala del forraje remanente, 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 mismas.

Con los datos obtenidos del peso seco de las muestras se procedió a calcular la disponibilidad de forraje en kg/ha de MS. Luego a través del ajuste de una ecuación de regresión entre altura del forraje en cm y los kg/ha de MS, y otra entre cada punto de la escala y los kg/ha de MS, se analizó cual método de medición presentaba mayor correlación con la disponibilidad de forraje. Para la función obtenida se ingresaron los valores promedio de altura y de escala para cada parcela en la variable independiente de la ecuación, obteniendo de esta forma el resultado de disponibilidad de forraje por hectárea. De la misma forma se procedió para la estimación del forraje remanente. Finalmente la ecuación utilizada fue la de altura con kg/ha de MS, tanto para disponible como para remanente, por presentar una mayor correlación.

#### 3.2.1.2 Altura del forraje disponible y remanente

Las mediciones de altura fueron tomadas al azar con una regla, dentro del rectángulo antes mencionado. El criterio tomado fue medir en el punto de contacto de la regla con el ápice de la hoja más alta. A su vez en los puntos donde se realizaron los cortes se obtuvieron tres medidas en la diagonal del rectángulo, una en el centro y una en cada extremo. Se hicieron 30 de estas medidas para cada uno de los tratamientos en cada uno de los bloques. La

altura del forraje dentro de cada parcela se calculó promediando las muestras correspondientes a cada una de éstas.

#### 3.2.1.3 Producción de forraje

La producción de forraje en kg de materia seca por hectárea fue calculada como la diferencia entre el forraje disponible y el forraje remanente, ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura durante el período de pastoreo.

#### 3.2.1.4 Materia seca desaparecida

Se refiere a la cantidad de materia seca que desaparece durante el pastoreo. Se obtiene por la diferencia entre el forraje disponible y el remanente.

#### 3.2.1.5 Porcentaje de utilización

El porcentaje de utilización hace referencia a la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la que había disponible. Fue calculado mediante la relación entre la materia seca desaparecida y el forraje disponible antes de iniciar el pastoreo.

#### 3.2.1.6 Composición botánica

La composición botánica hace referencia a la participación porcentual de cada fracción (gramíneas, leguminosas y malezas) dentro de la mezcla forrajera. Este parámetro fue determinado a través del método Botanal (Tothill et al., 1978). Por apreciación visual, dentro del mismo rectángulo descrito anteriormente, se estimó el porcentaje en peso de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos. Se tomaron 30 determinaciones por parcela.

#### 3.2.1.7 Peso de los animales

El peso de los animales fue determinado individualmente utilizando una balanza electrónica. Las mediciones fueron realizadas temprano en la mañana con previo ayuno y restricción de agua. Las respectivas pesadas fueron realizadas los días 12/06/2012, 31/08/2012, 01/10/2012 y 05/11/2012. Esta última pesada fue algunos días más tarde que la salida del cuarto bloque en el último pastoreo (24/10/2012), ya que los animales ingresaron al primer bloque y se los pesó a la salida del mismo, pero este pastoreo no fue considerado en el análisis.

### 3.2.1.8 Ganancia de peso media diaria

La ganancia de peso media diaria individual (kg/animal/día) de los animales, fue calculada dividiendo la ganancia total en el período de pastoreo (peso vivo final menos peso vivo inicial), entre el número de días comprendidos por éste.

### 3.2.1.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje fue calculada como los kilos de materia seca disponible por día cada 100 kg de peso vivo de los animales.

### 3.2.1.10 Producción de peso vivo

Para realizar el cálculo de los kilos de peso vivo producidos por hectárea (expresado como kg de PV), se dividió la ganancia total (peso vivo final menos peso vivo inicial) entre la superficie (ha). Este cálculo fue realizado por separado para cada tratamiento, por lo tanto se obtuvo la producción de peso vivo por hectárea para cada uno de éstos.

### 3.2.1.11 Componentes estructurales de la pastura

En dos instancias (21/08/2012 y 24/09/2012), para el Bloque I y el Bloque IV respectivamente, se realizaron las mediciones de relación parte aérea – 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 y restos secos.

Las mediciones consistieron en tomar 6 muestras de suelo por parcela de  $0,008 \text{ m}^3$  ( $0,2 * 0,2 * 0,2 \text{ m}$ ) cada una, dejándolas reposar en agua durante 48 h aproximadamente para que las plantas se desprendan de los agregados del suelo.

Una vez obtenidas las plantas de las diferentes muestras de suelo, se discriminaron las diferentes gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos. Se contabilizó el número de plantas, el número de macollos y se midió el largo de raíces, determinándose con una regla desde la base de las plantas hasta el extremo de la raíz más larga. Luego se separaron las partes aéreas y las raíces de las plantas para luego ser colocadas en la estufa a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$ , durante 48 horas de forma de obtener posteriormente el peso seco.

Una vez obtenidos los datos de peso seco se calculó el número de plantas de gramíneas y leguminosas por  $m^2$ , el número de macollos por  $m^2$  y el número de macollos por planta. Con el peso de la parte aérea y la raíz se calculó la relación parte aérea – raíz tanto para gramíneas como para leguminosas. Se obtuvo también el largo promedio de raíces para gramíneas y leguminosas, y el peso de las malezas y los restos secos por  $m^3$ .

### 3.3 HIPÓTESIS

#### 3.3.1 Hipótesis biológica

- Ho: Los diferentes tipos de mezcla y dotación no inciden en la producción de forraje, composición botánica de la pastura y producción de peso vivo.
- Ha: Existe al menos un tipo de mezcla con una dotación que incide en la producción de forraje, composición botánica de la pastura y producción de peso vivo.

#### 3.3.2 Hipótesis estadística

Ho:  $T1=T2=T3=T4=0$

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

### 3.4 ANALISIS ESTADISTICO

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

### 3.4.1 Modelo estadístico

El modelo corresponde a un diseño en bloques 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 presenta una comparación entre el registro de precipitaciones y temperaturas en el año del experimento, con los registros promedios correspondientes al período comprendido entre febrero y noviembre, de una serie histórica de casi treinta años, entre 1980 y 2009.

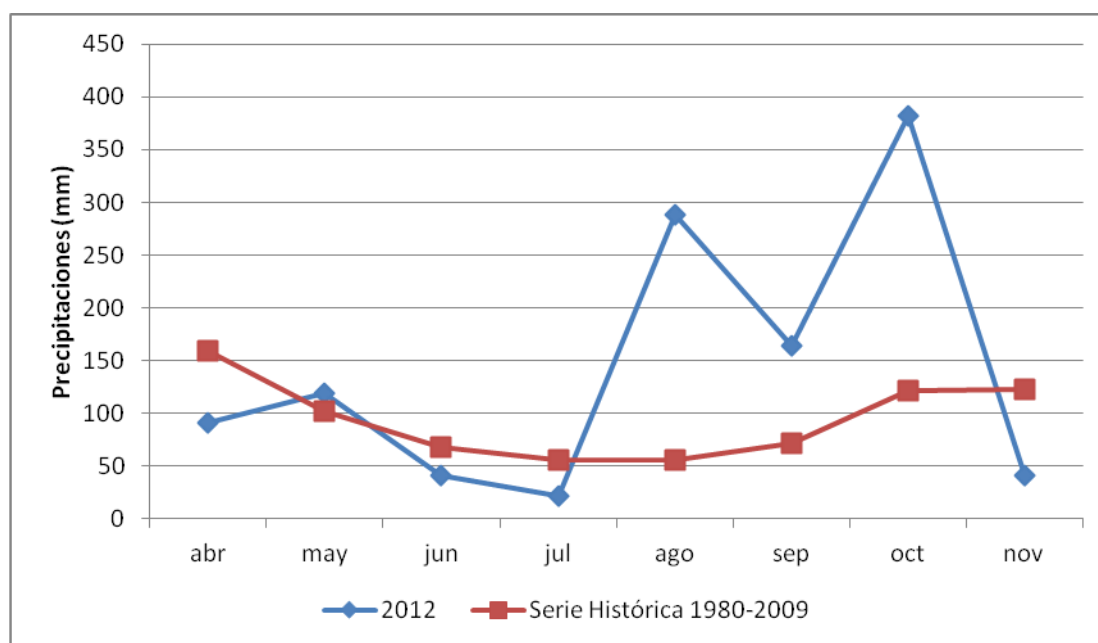


Figura No. 2. Registro de las precipitaciones durante el experimento, comparado con el promedio histórico.

Como puede observarse en el gráfico existen diferencias claras en las precipitaciones en el año del experimento en comparación al promedio histórico. Si bien hubo menos precipitaciones que el promedio en los meses de abril, junio y julio, las diferencias más importantes se registran en los siguientes meses, donde las lluvias se encuentran por encima, destacándose particularmente los meses de agosto y octubre con una superioridad de 250 mm aproximadamente respecto a la media.

Como puede observarse en la figura siguiente, el comportamiento de las temperaturas en términos generales fue diferente en el año del experimento respecto al promedio histórico, destacándose claramente que el mes de julio registró temperaturas más bajas.

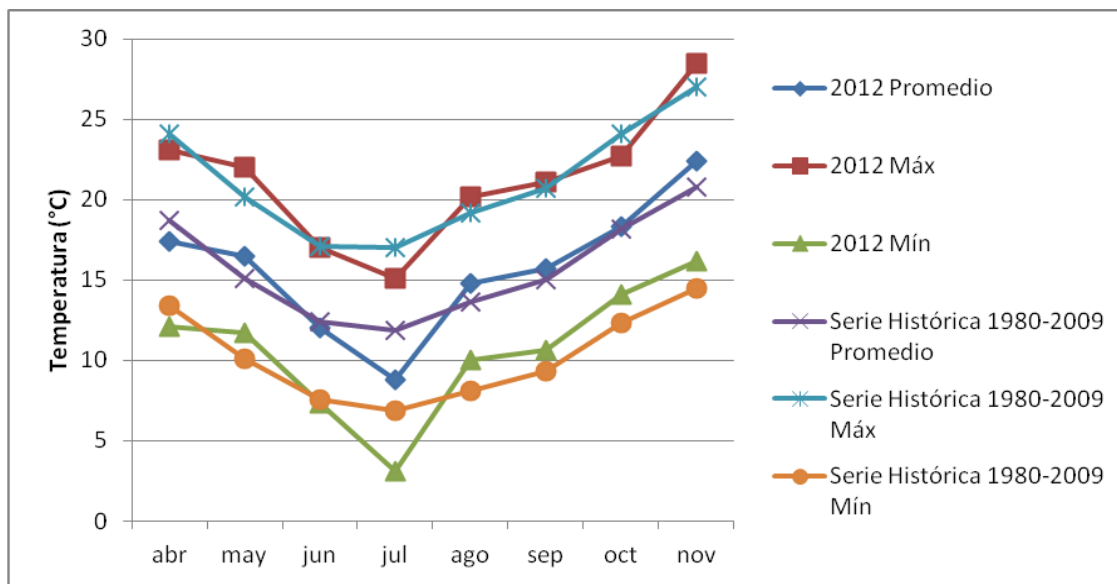


Figura No. 3. Registro de temperatura promedio, máxima y mínima durante el año del ensayo en comparación con el promedio histórico.

Se observa que a partir del mes de agosto las temperaturas son levemente superiores, especialmente con respecto a las temperaturas mínimas. Considerando lo reportado por Carámbula (1977), que las especies con metabolismo C3 como *Festuca arundinácea*, *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* se desarrollan mejor con temperaturas de 15° a 20° C, se puede concluir que el período experimental no fue limitante para el crecimiento y desarrollo de las pasturas dentro de las condiciones promedio, salvo en los meses de junio y julio, que además de que las temperaturas estuvieron por debajo del rango óptimo las precipitaciones fueron escasas.

#### 4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Antes de comenzar el análisis es importante mencionar cual fue la oferta de forraje (OF) promedio para cada tratamiento, a efectos de facilitar la



comprensión de los resultados y poder manejar un lenguaje común con otros trabajos revisados. Las OF fueron calculadas al terminar el experimento y se encuentran detalladas en el punto 4.2.7 Oferta de forraje. Estas ofertas promedio fueron para el tratamiento D 4, F 2, F 4, F 6 valores de 9,0; 23,0; 8,7; y 6,6 kg MS/100 kg PV respectivamente.

#### 4.2.1 Forraje disponible

A continuación se presentan los datos de forraje disponible promedio para cada tratamiento, expresados tanto en kg/ha de MS como en altura en centímetros.

Como puede observarse en el siguiente cuadro, únicamente para el tratamiento F 2 se encontraron diferencias significativas, presentando la mayor disponibilidad de forraje promedio, siendo el resto de los tratamientos iguales entre sí.

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

Tratamiento	Disponible (kg/ha MS)
F 2	3737 A
F 6	2957 B
F 4	2796 B
D 4	2763 B

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

Teniendo presente las ofertas de forraje manejadas en los tratamientos, estos valores se pueden considerar altos si los comparamos a los obtenidos por Agustoni et al. (2008) con OF de 7,0 y 9,5 kg MS/día/100 kg PV disponibilidades de 1700 kg/ha MS aproximadamente. También Arenares et al. (2011) obtuvieron disponibilidades del orden de 1800 kg/ha de MS con OF entre 5,5 y 6,7 kg MS/día/100 kg PV. Por lo tanto podríamos esperar un forraje ofrecido de una estructura de menor densidad especialmente en el estrato inferior, favorecida por el crecimiento en altura de las especies erectas y una calidad más baja, con cierta proporción de tejidos maduros y mayor cantidad de cañas florales hacia la primavera (Carámbula, 2007a).

En el siguiente gráfico se puede apreciar la evolución del forraje disponible, a través de los cuatro pastoreos, considerando cada pastoreo como

el período de tiempo entre el ingreso de los animales en el primer bloque, y la salida de los mismos en el cuarto, utilizando el promedio de los cuatro bloques para cada pastoreo.

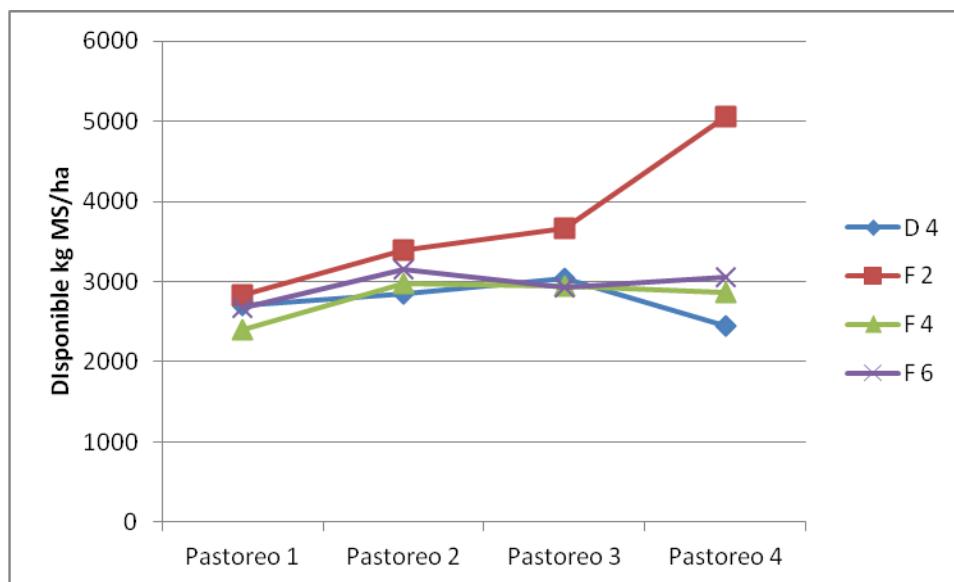


Figura No. 4. Evolución del forraje disponible (kg/ha de MS) para cada tratamiento

Puede observarse que la evolución de la disponibilidad en los distintos tratamientos presenta una tendencia similar hasta el pastoreo 3. Sin embargo en el pastoreo 4, el tratamiento F 2 se comporta de forma diferente, presentando un disponible mayor a los otros tratamientos, ya que la baja carga no permite controlar la producción de forraje. Al acercarnos hacia los meses primaverales, es esperable un aumento acelerado de la producción de forraje dado principalmente por dos factores, el pasaje a la etapa reproductiva de las especies componentes de las mezclas y las mejores condiciones ambientales registradas debido a un aumento de la temperatura y una buena disponibilidad hídrica. Según Escuder (1996), los incrementos en la intensidad de la radiación que se dan en primavera, coinciden con la elongación de los tallos de las especies invernales, por lo tanto el IAF es mayor a un mismo porcentaje de intercepción de luz. Al contrario de lo que sucede en otoño, esto permite que las hojas del estrato inferior continúen fotosintetizando de forma activa, manteniendo niveles de intercepción de un 95 %. En el tratamiento en cuestión, la baja carga no fue capaz de controlar el encañado temprano y vigoroso, característico de *Festuca arundinacea* (Langer, 1981).

También podemos observar que el tratamiento D 4 cae un poco en el último pastoreo. Esto podría ser explicado porque el dactylis haya mantenido la mayor proporción del crecimiento hasta el pastoreo 3 y luego una baja presencia de alfalfa no haya permitido un aumento de la producción, lo que estaría coincidiendo con lo expresado por Formoso (2011), que a medida que pasan los años el componente gramínea mejora su comportamiento frente a la leguminosa siendo el que más aporta en la producción ya que por la edad las leguminosas disminuyen su capacidad de crecimiento y competencia, con su consecuente resentimiento en la producción en una época donde se esperaría un mayor aporte de la leguminosa. Otro factor que podría estar afectando este resultado sería la cantidad de precipitaciones ocurridas en los meses de agosto, setiembre y en especial octubre, ya que las dos especies que componen la mezcla son muy afectadas por períodos de anegamiento (Carámbula 2007a, Ayala et al. 2010).

Por otro lado, a continuación se presentan los valores de altura promedio del forraje disponible:

Cuadro No. 7. Altura promedio del forraje disponible por tratamiento en centímetros.

Tratamiento	Altura del disponible (cm)
F 2	20,9 A
F 6	16,6 B
F 4	16,1 B
D 4	15,4 B

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

Al igual que para la cantidad de forraje disponible, en la altura del mismo se encontraron diferencias significativas únicamente a favor del tratamiento F 2. Esto concuerda con Hodgson (1986), que afirma que la altura de forraje está relacionada con la cantidad de materia seca disponible, por lo tanto los factores que explican los efectos que tiene la oferta de forraje sobre la disponibilidad también explican los efectos que tiene sobre la altura. Si se observan las alturas de ingreso promedio a pastorear podemos afirmar que se encuentran dentro de los rangos recomendados por Zanoniani et al. (2006), que considera una altura apropiada para el ingreso en este tipo de mezclas de entre 15 y 20 cm, coincidiendo con las obtenidas por Almada et al. (2007), Fariña y Saravia (2010).

Sin embargo, hay que destacar que la mezcla del tratamiento D 4 pudo ser la más perjudicada ya que la altura óptima de pastoreo de la alfalfa es aproximadamente de 35 cm. Un manejo del pastoreo donde la altura de ingreso

promedio fue de 15,4 cm genera un menor nivel de reservas en esta especie, perjudicando el rebrote. Esto podría estar explicando el comportamiento de caída en el forraje disponible para el pastoreo 4 (Rebuffo, 2000).

#### 4.2.2 Forraje remanente

En los próximos comentarios se realiza el mismo análisis para el forraje remanente, también expresado en kg/ha de MS y en altura en centímetros.

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

Tratamiento	Remanente (kg/ha MS)
F 2	2706 A
F 4	1871 B
F 6	1800 B
D 4	1556 B

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

Considerando las ofertas manejadas en el presente trabajo, estos valores de cantidad de forraje remanente se pueden considerar altos si los comparamos a los obtenidos por Agustoni et al. (2008) con asignaciones de forraje de 7,0 y 9,5 kg MS/día/100 kg PV remanentes de 1000 kg/ha de MS aproximadamente. También Arenares et al. (2011) obtuvieron remanentes del orden de 700 kg/ha de MS con asignaciones entre 5,5 y 6,7 kg MS/día/100 kg PV. Sin embargo hay que considerar que el primer autor mencionado trabajó con raigrás perenne como gramínea componente de la mezcla y que para ambos autores la pastura se encontraba en su segundo año de vida, lo que podría estar afectando los resultados.

Se puede apreciar como el tratamiento F 2 presenta los mayores resultados de esta variable, coincidiendo con el tratamiento que tuvo inicialmente un mayor forraje disponible. Por lo tanto mayores ofertas de forraje resultan en mayores remanentes, debido a que la disponibilidad de forraje ofrecida supera la demandada por los animales durante el período, de forma que éstos consumen sin restricciones y parte del forraje queda como excedente. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Almada et al. (2007).

En el siguiente gráfico se presenta la evolución del forraje remanente a través de los cuatro pastoreos y para cada tratamiento.

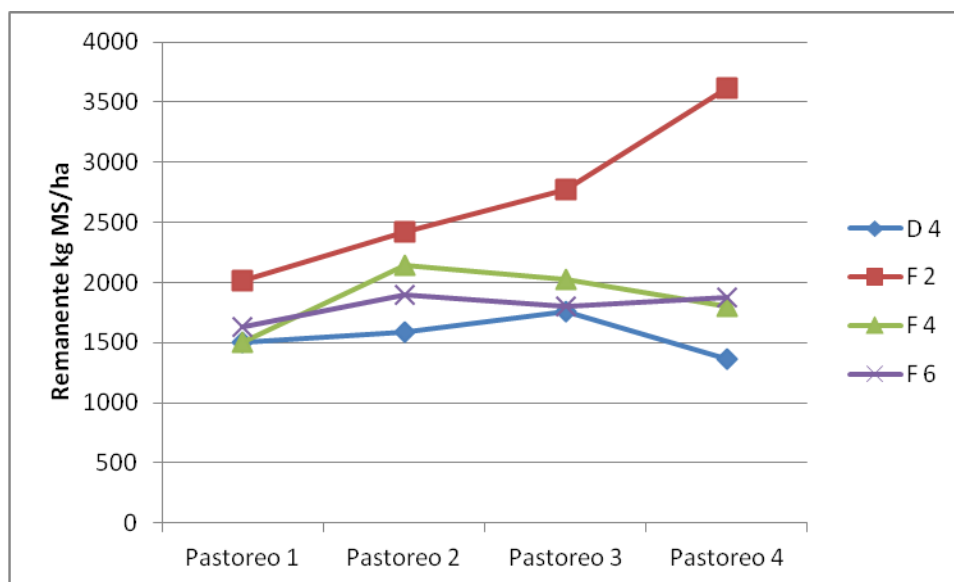


Figura No. 5. Evolución del forraje remanente (kg/ha de MS) para cada tratamiento

Claramente para el tratamiento F 2 los remanentes siempre se mantuvieron por encima de los otros tratamientos, pudiéndose destacar un aumento considerable de los mismos en los últimos pastoreos. Esto se debe a que la tasa de crecimiento de la pastura superó ampliamente a la tasa de consumo de los animales, dado por la baja dotación y las buenas condiciones ambientales promotoras del crecimiento.

Si bien los remanentes son altos, en términos generales puede observarse que con dotaciones más altas, los remanentes se mantienen más estables a lo largo del período experimental. Esto tiene relación con los datos obtenidos por Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008), indicando que el animal consume hasta su capacidad de aprehender el forraje, consumiendo lo máximo posible. Es importante aclarar que en dichos experimentos las OF manejadas fueron más bajas, permitiendo apreciar más claramente esta tendencia.

En cuanto a la altura del remanente se encontraron diferencias significativas también a favor del tratamiento F 2, en el cual la altura del forraje disponible promedio fue mayor. Esto coincide con los resultados obtenidos por Olmos (2004), Velasco et al. (2005), Almada et al. (2007), donde los

tratamientos que presentaron un mayor remanente luego del pastoreo, son los que alcanzan una mayor altura del disponible al inicio del próximo pastoreo.

Cuadro No. 9. Altura promedio del forraje remanente por tratamiento en centímetros.

Tratamiento	Altura del remanente (cm)
F 2	12,9 A
F 4	8,3 B
F 6	7,8 B
D 4	7,3 B

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

Si se observan los valores de alturas remanentes, se puede afirmar que los mismos estuvieron dentro de los valores recomendados e incluso por encima de estos, para no comprometer el desempeño posterior de la pastura. Para especies postradas la altura promedio de pastoreo es de hasta 2,5 cm y para erectas entre 5 y 7,5 cm según Zanoniani et al. (2006a), Carámbula (2007a). Los altos remanentes manejados en el tratamiento F 2 pueden estar determinando una baja utilización del forraje, análisis que se realizará con mayor detalle posteriormente.

#### 4.2.3 Composición botánica

A continuación se presentan los resultados de la composición botánica promedio de los tratamientos, tanto para el forraje disponible como para el remanente.

Cuadro No. 10. Composición botánica promedio del forraje disponible para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.

Tratamiento	Gramíneas	Leguminosas	Malezas	Restos secos
D 4	1904	330	309	221
F 2	2687	348	435	267
F 4	1812	229	553	202
F 6	2182	232	296	246

No existieron diferencias significativas entre tratamientos en los kg de materia seca promedio de los distintos componentes de las mezclas evaluadas. Si se observa con detenimiento, existen diferencias numéricas importantes que

no llegaron a ser significativamente distintas ya que los coeficientes de variación fueron altos, especialmente para leguminosas, malezas y restos secos, siendo estos 87,5; 68,2; 48,4 % respectivamente (ver anexos No. 4). Esto conduce a pensar que el número de muestras puede no haber sido suficiente para captar la heterogeneidad de esta variable o que faltó realizar una estratificación del muestreo dentro de las parcelas, lo que impide obtener diferencias estadísticamente significativas.

Sin embargo, a continuación se presenta cual fue la composición botánica promedio del forraje remanente, encontrándose diferencias a favor del tratamiento F 2 en los kg del componente gramíneas.

Cuadro No. 11. Composición botánica promedio del forraje remanente para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.

Tratamiento	Gramíneas	Leguminosas	Malezas	Restos secos
D 4	1065 B	94	223	173
F 2	1957 A	203	337	208
F 4	1124 B	108	458	181
F 6	1392 B	79	166	163

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

Para analizar estos resultados, se realizó un índice de selectividad relativa, calculándose de la siguiente manera: los kg del componente gramíneas en el forraje disponible menos los kg en el forraje remanente, dividido los kg en el forraje disponible, expresándose en porcentaje. Los resultados se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 12. Índice de selectividad relativa, para los kg del componente gramíneas, para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	Selectividad relativa (%)
D 4	44
F 2	27
F 4	38
F 6	36

En primer lugar podemos observar como el tratamiento D 4 presenta la mayor selectividad del componente gramíneas relativa a la cantidad inicial de las mismas. A pesar de que no se realizó un análisis de la varianza de ésta variable, esta mayor selectividad del dactylis podría deberse a una mayor calidad del mismo frente a la festuca. Sin embargo, cuando miramos los datos

de Mieres (2004), festuca presenta una mejor calidad en el invierno, con una digestibilidad (DMO) de 69 % y 22 % de proteína cruda (PC), en cambio dactylis presenta una DMO de 62 % y 16 % de PC. Esto es diferente en la primavera ya que festuca presenta una DMO de 60 % y 14 % de PC, en cambio dactylis presenta una DMO de 66 % y 16 % PC. Teniendo en cuenta estos datos se podría hipotetizar que en el promedio del período dactylis se comportó como de mayor calidad y que el encañado temprano y vigoroso de festuca (Langer, 1981), influyó de forma directa en este comportamiento diferencial o que la fracción que cosechó el animal de dactylis presenta una mayor calidad por mayor presencia de láminas en su estrato superior (Astigarraga, 2012).

Los resultados indican que el tratamiento F 2 fue el que presentó la menor selectividad relativa del componente gramíneas. Esto significa que en proporción a lo que había, como la dotación fue la más baja, la capacidad de selección fue más alta, lo que implicó que en el forraje remanente quedara una proporción mayor de gramíneas con respecto a los otros tratamientos. No hubo diferencias significativas en la proporción de los otros componentes, pero en el tratamiento F 2 al haber menos animales hubo más cantidad de leguminosas por animal, lo que podría estar implicando una mayor selección de los mismos frente a éstas y dejando entonces más gramíneas en el remanente.

En los siguientes gráficos se presenta la evolución de los componentes de la composición botánica de las mezclas, tanto para el forraje disponible como para el remanente.



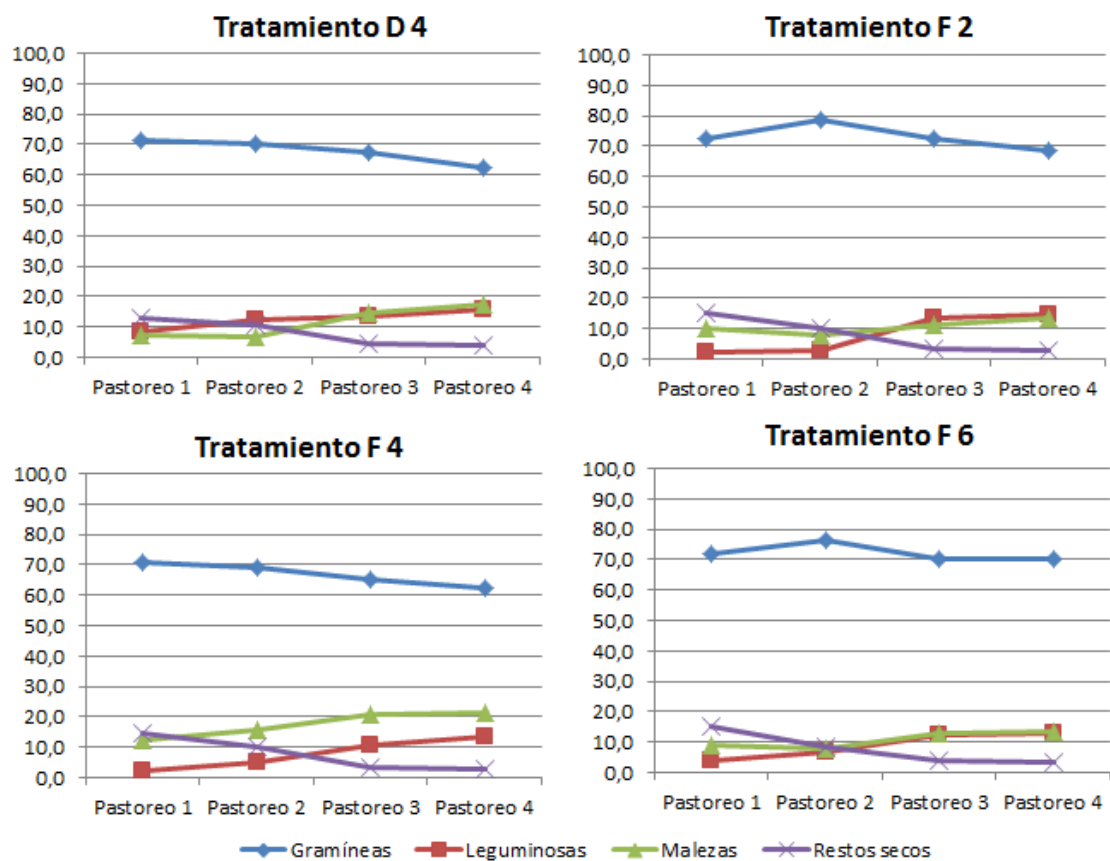


Figura No. 6. Evolución de la composición botánica del forraje disponible para cada tratamiento, expresada como porcentaje.

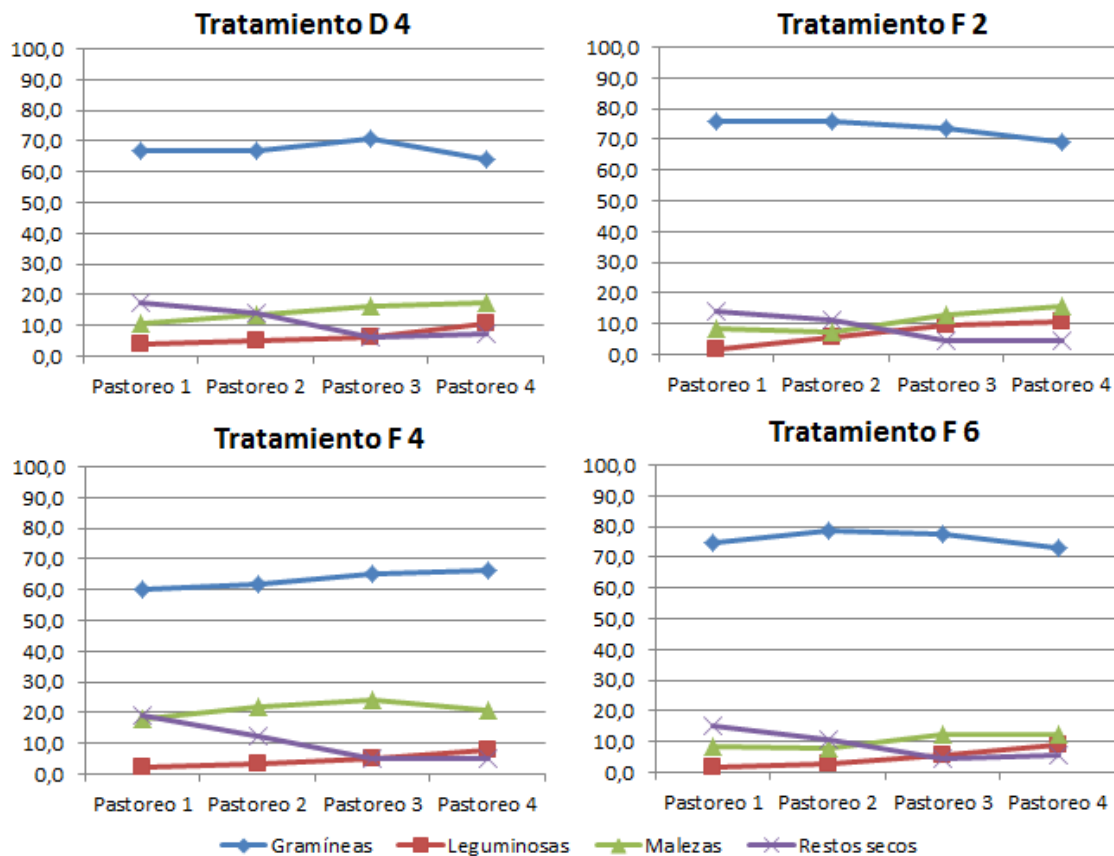


Figura No. 7. Evolución de la composición botánica del forraje remanente para cada tratamiento, expresada como porcentaje.

Como puede observarse, en todos los tratamientos la proporción de gramíneas a lo largo del período experimental fue alta, estando entre valores de 60 a 80 % de los kg disponibles y remanentes. Por otro lado las leguminosas se encuentran en menor proporción durante todo el período, variando entre 0 a 20 % del total. Podríamos considerar este balance como normal para una pradera de tercer año, ya que según Carámbula (2007a), mientras en los primeros años dominan las leguminosas, a partir del tercer año de la pastura se afirman las gramíneas si es que fueron bien implantadas desde el inicio. Las leguminosas pueden sufrir pérdidas de plantas en veranos secos, por lo tanto sería importante la generación de buenos bancos de semilla.

Con respecto a las leguminosas, los gráficos reflejan una leve tendencia al aumento de las mismas hacia el final del período experimental, manteniéndose dentro de los rangos ya mencionados previamente. Se puede diferenciar que el tratamiento D 4 comienza con un nivel inicial mayor que los

demás, terminando también con proporciones más altas. Esto se debe principalmente a que en este tratamiento el componente leguminosa de esta mezcla está compuesto por alfalfa, la cual es una especie perenne, que no presenta buena resiembra y se encontraba bien implantada desde un inicio de este experimento. En cambio, en los otros tratamientos las especies leguminosas son lotus y trébol blanco, que a pesar de ser especies perennes no se encontraron desde un inicio. El primero de éstos fue encontrado en una muy baja proporción durante todo el experimento y el segundo al principio se observaron algunas plantas aisladas, pero con el avance de la primavera su aparición en la mezcla fue cada vez mayor, indicando que su origen fue principalmente de la resiembra natural, coincidiendo con lo expresado con Ayala et al. (2010), que afirma que el cultivar Estanzuela Zapicán tiene abundante semillazón que asegura un banco de semillas adecuado para los años de buena resiembra.

En términos generales se puede observar que existe una leve tendencia a que el enmalezamiento avance hacia la primavera. Esto se debe a que en la mayoría de los tratamientos se partió de un nivel inicial de malezas pero no se tomó ninguna medida de control y dadas las condiciones ambientales favorables y la alta capacidad de crecimiento y desarrollo característica de las especies malezas, su proporción en la pastura se vio aumentada. El tratamiento F 4 fue el que tuvo un nivel mayor de malezas en todo el período, si bien estadísticamente no hubo diferencias cuando se comparó en términos promedios entre tratamientos. El tratamiento con menor proporción de malezas en el remanente es el F 6, lo que indica que la dieta animal está compuesta por una mayor proporción de malezas y determina también una evolución constante a lo largo del período experimental considerándose que la misma se encuentra estabilizada en el sistema. Las principales malezas que se observaron fueron especies de hoja ancha anuales invernales tales como *Acicarpa tribuloides*, *Ammi sp.*, *Anthemis cotula*, *Cerastium glomeratum*, entre otras. También se encontraron otras especies como *Cynodon dactylon*, *Eleusine tristachya*, *Nierembergia hipomanica*, *Poa annua*, *Setaria geniculata*, entre otras.

Más allá de los comentarios anteriores, es importante resaltar que la proporción de malezas en la mezcla no fue de gran relevancia en especial para ser una pradera en su tercer año de vida, manteniéndose entre valores de 10 a 20 % en todos los tratamientos. Moliterno (2002) obtuvo valores de malezas en el total de la materia seca cosechada que variaron entre 18 y 64 % evaluando distintas mezclas en el año de implantación de las mismas. Hay que resaltar que en dicho experimento, a diferencia de este, no se utilizó herbicidas de hojas anchas para controlarlas. Por otro lado también Franco y Álvarez (2010), trabajando con distintas mezclas en su primer año de vida obtuvo valores de 20 a 30 % de malezas en la composición de la mezcla.

Con respecto a los restos secos, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en términos promedio pero en la evolución puede observarse una tendencia a la baja en todos los tratamientos. En un inicio partimos de una proporción mayor dado por la presencia de especies malezas estivales que con el avance de las heladas se mueren y se secan. Luego con la descomposición de esos restos y el rebrote vigoroso y resiembra de las especies sembradas, la proporción de restos secos en la mezcla se reduce progresivamente. Si bien se podría pensar que en el tratamiento con dotación más baja la proporción de restos secos debería ser mayor, si comparamos con los resultados obtenidos por Almada et al. (2007) vemos que la proporción de restos secos en la mezcla fue significativamente menor únicamente con una OF de 2 kg MS/día/100 kg PV, en cambio para OF de 4,5; 7,0 y 9,0 no existieron diferencias. Por otro lado Agustoni et al. (2008), manejando las mismas OF no obtuvo diferencias significativas en la proporción de restos secos entre tratamientos. Por lo tanto, estos autores únicamente obtuvieron diferencias a favor de una menor proporción de restos secos sólo en un caso donde la OF fue muy baja. En el presente trabajo, se siguió la misma tendencia pero en el tratamiento de menor dotación (F 2) la OF fue tan alta que es difícil comparar con otros resultados.

Es importante aclarar que en términos promedio, los porcentajes de los diferentes componentes no presentaron diferencias significativas (ver anexos No. 4), a pesar de que sí se encontraron cuando se hizo referencia previamente a los kg de los diferentes componentes. La evolución presentada en los gráficos anteriores refleja lo que Barthram et al. (1999) menciona, de que 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.

#### 4.2.4 Forraje desaparecido

En el siguiente cuadro se puede apreciar el forraje desaparecido promedio en cada pastoreo y el desaparecido total en todo el período del experimento.

Cuadro No. 13. Forraje desaparecido promedio y total para cada tratamiento, expresado en kg/ha MS.

Tratamiento	Desaparecido (kg/ha MS)	Desaparecido Total (kg/ha MS)
D 4	1207 A	4830 A
F 6	1157 AB	4628 AB
F 2	1031 BC	4123 BC
F 4	925 C	3699 C

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

Como puede observarse existieron diferencias significativas tanto para el desaparecido promedio por pastoreo como para el desaparecido total. Los tratamientos D 4 y F 6 fueron los que presentaron mayores valores respecto a esta variable, siendo similares entre ellos. Por otro lado, los menores valores se registraron para los tratamientos F 2 y F 4, sin presentar diferencias significativas entre ambos. Además no existieron diferencias entre los tratamientos F 6 y F 2. Esto llama la atención, ya que con distintas dotaciones existen desaparecidos que son similares lo que 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. Una baja utilización porcentual puede ser contrarrestada por una alta producción de forraje dado que el forraje disponible al momento del pastoreo es mayor (Almada et al. 2007, Agustoni et al. 2008).

El tratamiento D 4 presenta como gramínea componente de la mezcla a *Dactylis glomerata*, especie de porte semierecto a erecto (García, 1995a) y como leguminosa acompañante a *Medicago sativa*, especie de porte erecto a partir de corona (Rebuffo, 2000), en cambio en los otros tratamientos *Festuca arundinacea* presenta un hábito de crecimiento cespitosa a rizomatosa (Carámbula, 2007a) y *Trifolium repens* presenta hábito postrado (Langer, 1981). Por otro lado *Lotus corniculatus* presenta un crecimiento erecto a partir de corona (Zanoniani y Ducamp, 2004) pero se encontraron muy pocas plantas en el experimento. Por lo tanto si comparamos en términos generales el hábito de crecimiento de los dos tipos de mezcla debería esperarse una mayor utilización en el tratamiento D 4, lo que concuerda con los resultados obtenidos.

Cuando analizamos la desaparición del forraje, expresada como porcentaje, también se encuentra un comportamiento similar que en los kg de materia seca desaparecidos, pero entre los tratamientos F 4 y F 2 sí hay diferencias, siendo menor para el tratamiento con la dotación más baja.

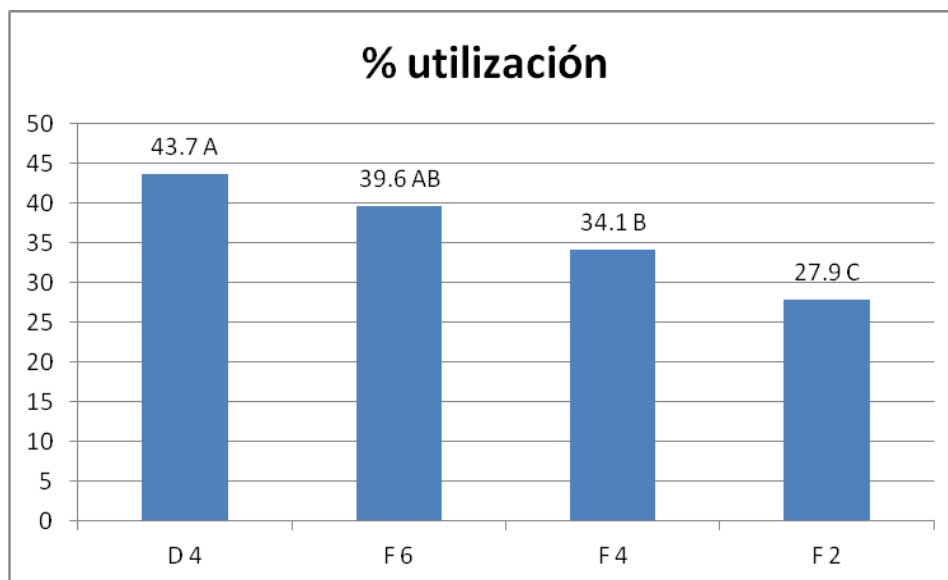


Figura No. 8. Porcentaje de utilización del forraje disponible promedio para cada tratamiento.

Esto se debe a que si bien las variables son similares, están expresadas en distintos términos. El porcentaje de utilización hace referencia a un disponible inicial sobre el cual se cuantifica que proporción de éste fue utilizado, por lo tanto es una medida relativa. Los kg de forraje desaparecidos también son dependientes del nivel inicial de forraje disponible pero dependen de la producción de forraje que el tratamiento haya tenido y son valores absolutos, no son una medida relativa. Por lo tanto, sin bien los kg de forraje desaparecido no difieren estadísticamente entre el tratamiento F 4 y F 2, al presentar este último un disponible inicial mayor, la proporción de ese forraje que es utilizado es menor.

Almada et al. (2007), trabajando con OF de 2,0; 4,5; 7,0; y 9,5 kg MS/día/100 kg PV obtuvo utilidades del orden de 80, 70, 55 y 45 % respectivamente. Agustoni et al. (2008) trabajando con las mismas ofertas obtuvo valores de 65, 60, 55 y 45 % de utilización respectivamente. Por otro lado Arenares et al. (2011) con OF de 5,5 y 6,7 kg MS/día/100 kg PV obtuvo utilidades del forraje en torno a 50 y 62 % respectivamente. Podemos afirmar entonces que el tratamiento D 4 coincide con los valores obtenidos por Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008), ya que manejando una OF de 9,0 kg de MS/100 kg PV se obtuvo un 44 % de utilización, en cambio en el tratamiento F 4 con una oferta algo menor (8,7 kg MS/día/100 kg PV) la utilización fue menor. Esto podría deberse a lo explicado anteriormente con respecto al hábito de crecimiento diferencial de las dos mezclas. Luego observando al tratamiento F

6, la utilización obtenida no coincide con los valores mencionados por Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008), Arenares et al. (2011), siendo menor con una oferta similar (6,6 kg MS/día/100 kg PV). Nuevamente hay que considerar que los dos primeros autores trabajaron con raigrás perenne como componente gramínea de la mezcla y con pasturas de menor edad, lo que podría estar afectando los resultados. En el tratamiento F 2 la utilización se encuentra muy por debajo de los valores mencionados dado por la alta OF manejada (23,0 kg MS/día/100 kg PV). Esto está determinando un bajo nivel de aprovechamiento del forraje ya que en todos los pastoreos el período de descanso fue aproximadamente de un mes, pero debido a las altas OF se generaron zonas de sub - pastoreo donde los períodos entre dos defoliaciones de esas zonas específicas fue mucho mayor. Lo esperable es que se hubiera encontrado una mayor proporción de material senescente debido a esto, ya que cuando el intervalo entre dos defoliaciones es mayor a la vida media foliar existe una mayor pérdida de hojas por senescencia y la porción cosechable es menor, concepto expresado por Chapman y Lemaire, citados por Brancato et al. (2004). Sin embargo, esto no se vio reflejado en la composición botánica ya que no existieron diferencias significativas en los restos secos, lo que sugiere que las bajas utilidades responden a un rechazo de las partes vegetales de menor calidad como son las cañas florales de gramíneas o malezas en floración (Formoso 1996, García 1995b). En el tratamiento F 2 la presencia de más tallos reproductivos genera una estructura de la pastura diferente, con láminas y vainas más largas, por lo tanto el tiempo en aparecer la lígula es mayor. Esto implica una mayor vida media foliar por lo tanto la senescencia se ve retrasada (Parsons y Penning, 1988).

#### 4.2.5 Producción de materia seca

##### 4.2.5.1 Tasa de crecimiento

Como se puede apreciar en el siguiente cuadro, se encontraron diferencias significativas en la tasa de crecimiento a favor del tratamiento F 2.

Cuadro No. 14. Tasa de crecimiento promedio de la pastura para cada tratamiento.

Tratamiento	Tasa de crecimiento (kg/ha/día MS)
F 2	59,8 A
F 6	43,7 B
D 4	38,7 B
F 4	34,7 B

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

El hecho de que F 2 haya sido el tratamiento que presentó los mayores valores de forraje remanente y que la misma no esté compuesta por un alto valor de tejidos senescente es el causante de que las tasas de crecimiento sean las más altas, ya que luego de una defoliación la mayor prioridad apunta hacia maximizar la velocidad de rebrote utilizando eficientemente la energía remanente post – defoliación, coincidiendo con lo expresado por Chapin et al., Richards, citados por Formoso (1996). Si pensamos en que el crecimiento se comporta como una curva sigmoide, partimos en un paso más avanzado del proceso de rebrote, donde la pendiente de esta curva es mayor, en el cual el mismo alcanza la producción de máximas tasas de incremento de materia seca aérea, hasta alcanzar el índice de área foliar óptimo, concepto que también fue comentado por Simpson y Culvenor, citados por Formoso (1996). Respecto a esto Brougham (1956) afirma que cuando una pastura es defoliada con una mayor intensidad, el período de tiempo para lograr interceptar el 95 % de la radiación incidente se alarga, por lo tanto el tiempo entres dos pastoreos debe ser mayor. Los resultados presentados en el cuadro anterior no coinciden con Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008) quienes encontraron menor producción de materia seca en los tratamientos de más alta y más baja OF, existiendo un óptimo entre ellos. En los de alta OF el remanente tiene baja calidad, o sea que está muy avanzado en la curva sigmoide. Hay una importante área foliar remanente pero de baja calidad debido al envejecimiento de las mismas y que presentan un menor acceso a la luz en los estratos inferiores, afectando la tasa de asimilación neta y limitando el crecimiento (Langer, 1981). Esto conduce a pensar que la mayor tasa de crecimiento del tratamiento F 2 pudo deberse a que la baja dotación no permitió controlar el pasaje de los macollos vegetativos a reproductivos, dándose la elongación de los tallos, etapa que se caracteriza en sí misma por presentar un activo crecimiento. Esta diferencia podría explicarse también porque en Almada et al. (2007) la gramínea componente de la mezcla era raigrás perenne, especie que florece más tarde manteniendo su calidad hasta entrada la primavera. Existe una mayor preferencia de los animales hacia el raigrás cuando está en etapas iniciales de floración, lo que determina la decapitación de los tallos florales por



lo tanto existe una menor acumulación de biomasa, aunque de mayor digestibilidad. En Agustoni et al. (2008) la especie dominante era trébol blanco por lo que sucede algo similar. Por otro lado el IAF óptimo de trébol blanco es menor por lo cual su acumulación de forraje también va a ser menor. La actividad de los meristemos intercalares permite obtener los máximos rendimientos de forraje de todo el ciclo de *Festuca arundinacea*, generando estructuras caulinares constituyendo un forraje de menor calidad (Formoso, 1996).

En los siguientes gráficos se presenta la evolución de la tasa de crecimiento promedio de los tratamientos en función de dos variables climáticas que explican gran parte del comportamiento de esta variable, la temperatura y el agua, esta última medida como precipitaciones acumuladas. Para esto se tomó la temperatura media diaria y las precipitaciones acumuladas de los cuatro períodos de pastoreo.

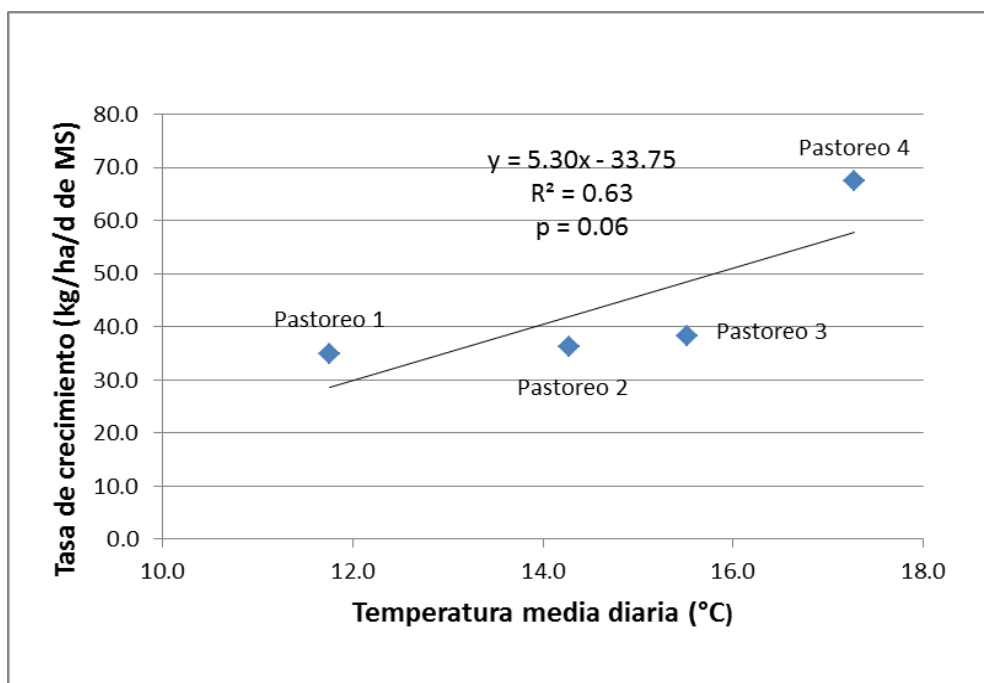


Figura No. 9. Tasa de crecimiento (kg/ha/d de MS) promedio de los tratamientos en función de la temperatura media diaria (°C).

Como puede observarse, a medida que avanzamos hacia la primavera, la tasa de crecimiento aumenta conforme aumenta la temperatura media diaria. La acumulación de temperatura por hoja necesaria para la aparición de la misma (filocrón) se realiza en menos tiempo ya que la temperatura media diaria es cada vez mayor, generando que la tasa de aparición de hojas sea mayor.

Para que la tasa de crecimiento de una pastura sea máxima no deben existir condiciones limitantes, por lo tanto la disponibilidad de agua es un factor que afecta en cierta medida a la tasa de crecimiento. A continuación se observa gráficamente la tasa de crecimiento en función de las precipitaciones acumuladas en cada período de pastoreo.

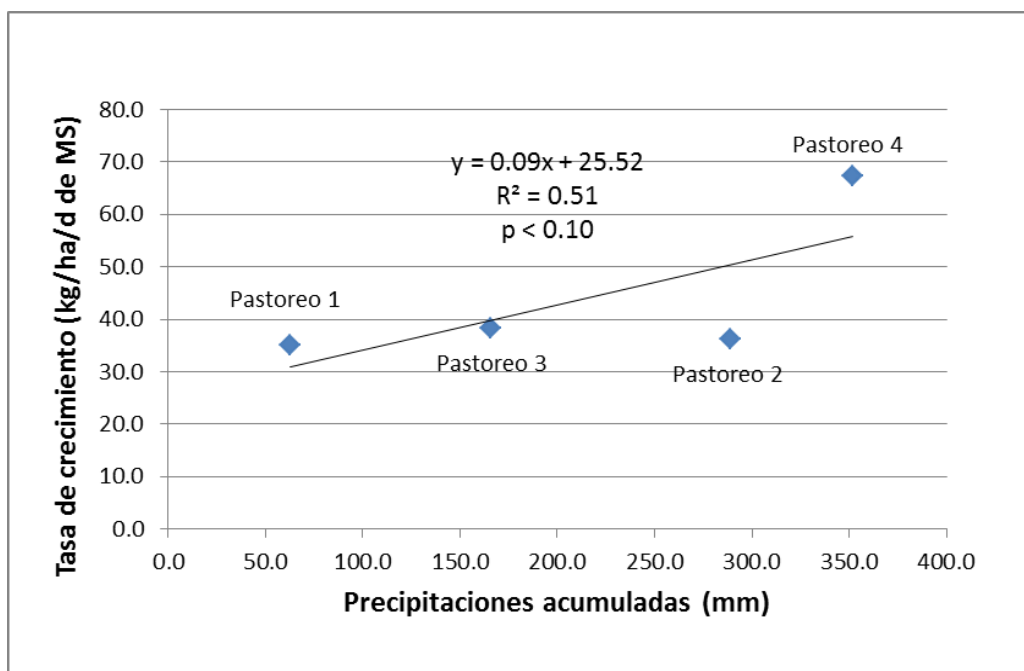


Figura No. 10. Tasa de crecimiento (kg/ha/d de MS) promedio de los tratamientos en función de las precipitaciones acumuladas.

Si bien se aprecia una tendencia lineal, no se puede realizar afirmaciones en base a esto, dado que las precipitaciones no son el factor principal que afecta el crecimiento de las pasturas, sino que como vimos anteriormente, la variable que explica esto por excelencia es la temperatura. Ambas variables la afectan pero la temperatura es la que más la afecta siempre que el agua no sea limitante. De lo contrario el agua pasa a ser el factor determinante. En este caso la temperatura explicó el 63 % de la TC y el agua el 51 %, lo cual es lógico ya que la evaluación fue realizada durante el período invierno - primaveral.

Es importante considerar que si existe un exceso considerable de agua puede ser negativo, ya que se generan anegamientos temporarios y más daños por pisoteo, pero si las mismas son en momentos de mayor demanda (primavera) es difícil que haya exceso, si puede ser negativo en invierno situación que aquí no se dio porque fue seco. En cambio cuando la temperatura

es mayor dentro de los rangos normales acelera los procesos metabólicos y bioquímicos de las plantas generando un aumento en la tasa de crecimiento.

#### 4.2.5.2 Producción de forraje

En el siguiente cuadro se presenta la producción de forraje, la cual considera el crecimiento en todo el período experimental.

Cuadro No. 15. Producción de forraje total para cada tratamiento, expresado en kg/ha de MS.

Tratamiento	Producción de forraje (kg/ha MS)
F 2	7840 A
F 6	6216 B
D 4	5832 B
F 4	5034 B

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

La producción de forraje fue significativamente mayor para el tratamiento F 2, lo que es lógico ya que todas las otras variables que también tuvieron este comportamiento (forraje disponible, remanente, tasa de crecimiento) son las causantes de esta mayor producción medida en todo el período del experimento. Esto es cierto dentro de ciertos rangos, ya que si el remanente es mucho pero de baja calidad la producción de forraje puede ser menor, lo cual debería haber sido así para este caso pero no coincidió con lo observado.

Si comparamos estos resultados con los antecedentes de la bibliografía, podemos decir que son valores altos, ya que según Leborgne (s.f.) una pradera convencional compuesta por una gramínea perenne, trébol blanco y lotus produce en el período invierno – primaveral en su tercer año de vida aproximadamente 4620 kg/ha de MS. Arenares et al. (2011), trabajando con las mismas mezclas en su segundo año de vida, obtuvo resultados de producción en un período similar del orden de 5300 a 6300 kg/ha de MS, valores similares al presente trabajo pero que podrían haber sido mayores ya que varios autores han encontrado que el segundo año de vida de una pradera es donde se da la mayor producción de forraje (Leborgne s.f., Carámbula 2007a, entre otros). Esta menor producción en el caso de Arenares et al. (2011) puede deberse a un efecto año, a la composición botánica de la pastura, al aporte de nutrientes por el suelo y el hombre, a la condición de la pastura y al manejo del pastoreo de ese período. Puede ser también que una mayor proporción de leguminosas en

el segundo año de la mezcla haya determinado una producción menor pero de mejor calidad (Carámbula, 2007a).

#### 4.2.6 Suelo descubierto

Luego de analizar las distintas variables que hacen a la producción de forraje, parece interesante hacer mención a qué es lo que pasó con respecto a la cobertura del suelo, variable que es consecuencia del pastoreo y que puede incidir en la erosión y compactación del mismo. Por esto se presenta un cuadro a continuación, donde se puede observar la proporción de suelo descubierto promedio durante el período experimental.

Cuadro No. 16. Porcentaje del suelo descubierto promedio para el forraje disponible y remanente.

Tratamiento	% suelo descubierto disponible	% suelo descubierto remanente
D 4	2,7	7,0
F 2	0,9	2,1
F 4	1,2	3,7
F 6	1,6	7,2

No existieron diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo se puede apreciar como luego del pasaje de los animales, al haber desaparecido una proporción de la MS presente, se observan más espacios de suelo descubierto para todos los tratamientos, a pesar de que la densidad del estrato inferior es más alta, nunca se cubre con el tipo de especies sembradas el 100 % del suelo.

Para poder ver la evolución de la proporción del suelo descubierto en cada tratamiento se presenta a continuación la siguiente figura:

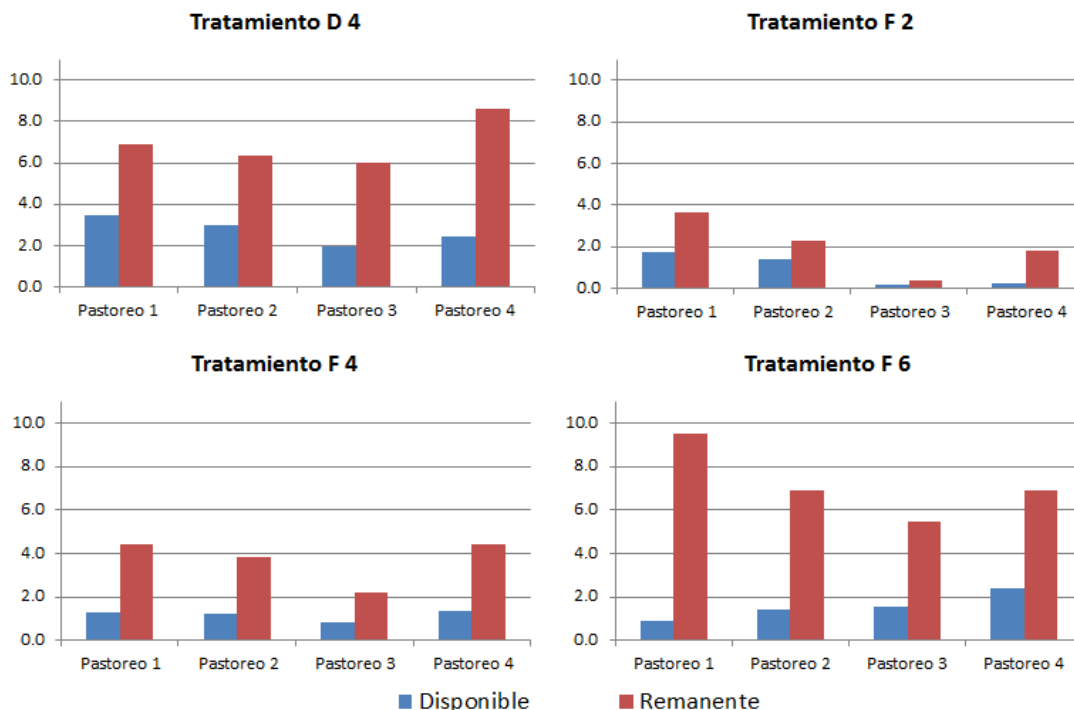


Figura No. 11. Evolución del porcentaje de suelo descubierto a través de los cuatro pastoreos tanto para el forraje disponible como para el remanente.

Como puede apreciarse para los tratamientos con la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus las proporciones de suelo descubierto aumentan conforme aumenta la carga, aunque estadísticamente no se encontraron diferencias. El pisoteo podría estar causando la muerte de plantas y el raleo de la pastura. En el caso del tratamiento D 4 se encontraron valores más altos de suelo descubierto en comparación al tratamiento F 4 donde se maneja la misma dotación. Esto puede deberse a que en el primero, las especies son de porte más erecto que cubren menos superficie horizontalmente y más verticalmente, por lo que luego de un pastoreo siempre van a dejar más proporción de suelo descubierto. Además el *dactylis* cuenta con un sistema radicular más superficial y es menos resistente que la festuca al pisoteo (Carámbula 2007a, Ayala et al. 2010), y la leguminosa que lo acompaña presenta una raíz pivotante que no permite dar estructura al suelo, lo que a mediano plazo puede afectar la cantidad de suelo descubierto a través de la resistencia al pisoteo. Las lluvias afectaron a todos los tratamientos en este sentido, ya que en todos se observa un aumento del porcentaje de suelo descubierto cuando se pasa del tercer al cuarto pastoreo.

Cabe destacar, que los niveles de suelo descubierto para todos los tratamientos son bajos para tratarse de una pradera de tercer año, en donde

parte de las especies fueron sembradas en línea y manejadas con altas cargas en algún caso. Como punto de referencia Agustoni et al. (2008) obtuvieron para una mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y lotus de segundo año, valores siempre por debajo de 10 % y un mayor nivel de suelo descubierto con aumentos de la carga, tal como sucede en este experimento.

#### 4.2.7 Oferta de forraje

Es importante dedicar un apartado a ver detalladamente cual fue la oferta de forraje promedio y su evolución en el experimento. Si bien no fue en sí misma un tratamiento, fue consecuencia de una dotación predeterminada que se mantuvo durante todo el período experimental y la producción de forraje determinó cual fue la oferta de forraje. A continuación se presentan la oferta de forraje promedio para cada tratamiento.

Cuadro No. 17. Oferta de forraje promedio para cada tratamiento, expresado como kg de materia seca por día cada 100 kg de peso vivo.

	Tratamiento D 4	Tratamiento F 2	Tratamiento F 4	Tratamiento F 6
PROMEDIO	9,0	23,0	8,7	6,6
Promedio invierno	9,4	18,9	8,9	6,5
Promedio primavera	8,6	27,2	8,6	6,6

En el siguiente gráfico se presenta la evolución de la oferta de forraje durante los cuatro pastoreos y en cada tratamiento.

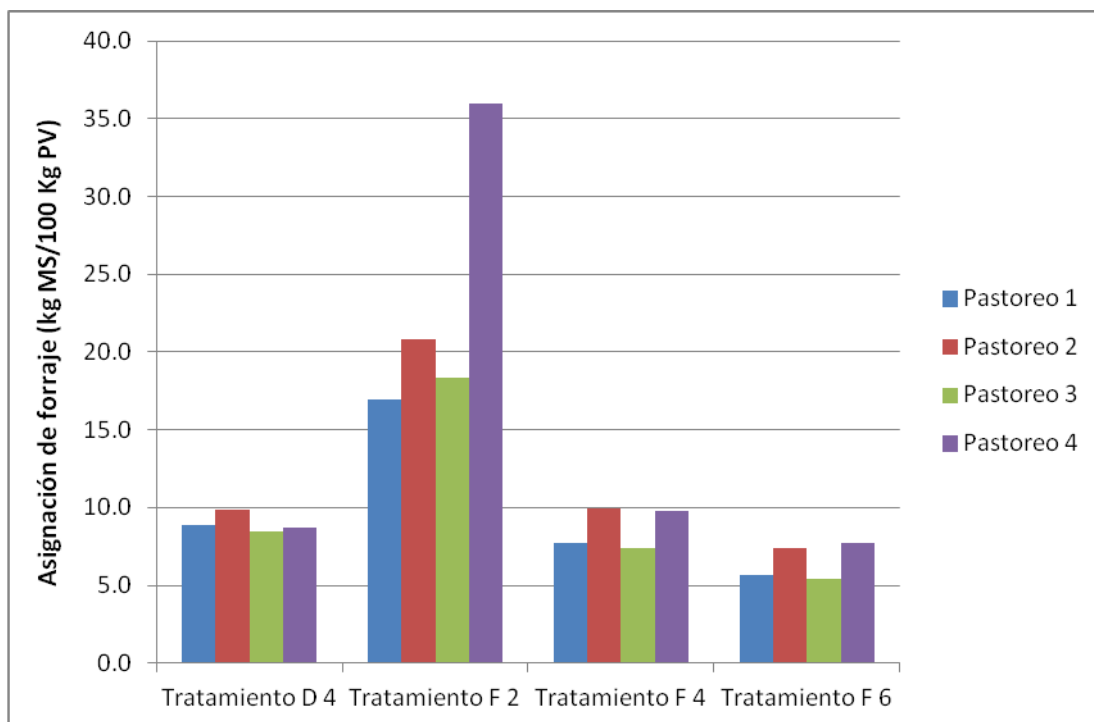


Figura No. 12. Evolución de la oferta de forraje para cada tratamiento, expresado como kg de materia seca por día cada 100 kg de peso vivo.

Observando el gráfico puede verse como la OF, salvo en el tratamiento F 2, se mantuvo relativamente constante durante todo el experimento, lo que está dado porque tanto el numerador como el denominador (kg de MS/día/100 kg PV) aumentaron progresivamente, ya que aumentó tanto la producción de forraje por el pasaje del invierno a la primavera así como el peso de los animales. La producción de forraje fue comentada anteriormente y luego se ampliará sobre el desempeño de los animales.

En general, las OF manejadas están por encima de los valores recomendados (Almada et al. 2007, Agustoni et al. 2008) salvo para el tratamiento F 6 que se encuentra dentro del rango de valores óptimos. Esto fue la causante principal del comportamiento observado y analizado anteriormente, y del que se presenta a continuación de muchas de las variables estudiadas.

### 4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

En los siguientes puntos se presentan los resultados de producción animal tanto en producción individual como en producción por hectárea de los diferentes tratamientos.

En el siguiente cuadro se muestran los datos de los distintos pesos de los animales y las cargas promedio de modo de tener presente con que animales se trabajó y en qué condiciones.

Cuadro No. 18. Peso inicial, final, promedio y carga (promedio del período) en kg/ha de PV según tratamiento.

Tratamiento	Peso vivo inicio (kg)	Peso vivo final (kg)	Peso promedio (kg)	Carga kg/ha PV
D4	342	461	402	1607
F2	381	455	418	836
F4	350	485	418	1671
F6	343	467	405	2429

Las diferencias entre los tratamientos no fueron estadísticamente significativas para el peso vivo final, aunque las variaciones máximas entre ellos son de 30 kg de PV. El peso vivo inicial de los animales fue utilizado como covariable en el análisis estadístico, para eliminar las diferencias previas entre los mismos. Las diferencias en cantidad de animales por tratamiento se traducen de forma paralela a la carga promedio del período (kg/ha de PV) donde por ejemplo el pasaje de 2 a 4 novillos implica una duplicación casi perfecta de la carga, para las dos mezclas, sucediendo lo mismo cuando pasamos a 6 novillos.

La alta carga animal con la que se manejó el tratamiento F 6 particularmente, podría llegar a provocar pérdida de plantas, compactación y erosión de suelo, en un año especialmente variable en cuanto a las precipitaciones. Sin embargo, éstas fueron menores a la media histórica en invierno, época donde se podrían esperar mayores problemas. De todas formas hay que remarcar como se vio anteriormente, que los niveles de suelo descubierto se mantuvieron en valores bajos, lo que haría improbable el deterioro en cuanto a las propiedades físicas del suelo.



#### 4.3.1 Ganancia media diaria por animal

En el cuadro siguiente se observan las ganancias medias diarias (GMD) por período y en promedio total en todo el tiempo de duración del experimento. La ganancia 1 corresponde al período del 11/06/12 al 31/08/12, la ganancia 2 se da desde el 31/08/12 al 01/10/12 y la ganancia 3 ocurre entre el 01/10/12 y el 05/11/12.

Cuadro No. 19. Ganancia media diaria promedio por animal para cada tratamiento y en los distintos períodos.

Tratamiento	Ganancia 1 (kg/a/d)	Ganancia 2 (kg/a/d)	Ganancia 3 (kg/a/d)	Ganancia promedio (kg/a/d)
F4	0,21	2,16 A	1,46 AB	0,92
F2	0,24	1,57 B	1,10 B	0,73
F6	0,07	1,58 B	1,80 A	0,80
D4	0,10	2,10 AB	1,09 B	0,76

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

Las GMD por animal no fueron significativamente distintas entre tratamientos en el promedio de todo el período experimental, siendo las diferencias máximas entre los mismos menores a 0,20 kg/a/d.

En el primer período no hubo diferencias significativas entre los tratamientos en las GMD, aunque se observa una tendencia a que estas aumenten con la disminución de la carga. Estas fueron reducidas debido que los animales venían de pastorear un campo natural, que en combinación con un cambio de dieta abrupto, es altamente probable que haya provocado pérdidas de kilos en los animales dado por un desbaste al consumir un forraje de mayor calidad, lo cual afectó los pesos registrados y por tanto impactó en las GMD. Esto es coincidente con Blanco (1999), quien expresa que *“cuando ocurren cambios en la alimentación, suele conducir a una disminución del consumo ya que se producen modificaciones en el número y tipo de bacterias y protozoarios en el rumen. Todo cambio en la dieta requiere un período de acostumbramiento del animal y del rumen a esa nueva dieta. Cuando este período no se cumple porque los componentes de la dieta se modifican abruptamente, están mal balanceados o son mal suministrados, ocasionan desórdenes en el metabolismo y fermentación. Están ampliamente aceptados períodos de acostumbramiento que varían entre 7 y 14 días para el rumen, existiendo también un período de adaptación a nivel enzimático y hormonal que requiere*

*de otros 4 a 7 días, una vez estabilizado el rumen. Por lo que el período total de acostumbramiento varía entre los 11 y 21 días*". Siguiendo con esta idea, Ferrari (2012) sugiere que el tiempo de acostumbramiento en el cambio de un forraje a otro tipo de forraje, es de aproximadamente 14 días. Sumado a esto, ocurrieron bajas temperaturas en el mes de junio (con 3 heladas agrometeorológicas) y principalmente julio (con 7 heladas agrometeorológicas) que se ubicaron por debajo de la media histórica. Esto provocó estrés por frío en los animales los cuales tuvieron que destinar parte de la energía consumida a generar calor para mantener su temperatura corporal y por tanto sus requerimientos de mantenimiento aumentaron. Sucediendo de esta manera debido a que el rango de temperaturas donde los animales se encuentran en confort térmico está entre 15 y 25 °C (NRC, 1981). A su vez en el mes de agosto se dieron algunos días con temporales de lluvia y viento donde los animales prácticamente dejaban de consumir forraje. Esto fue lo que impidió obtener mejores desempeños animales a pesar de la buena calidad del forraje y de las muy buenas OF que se manejaron para la época, donde la menor fue en el tratamiento F 6 con un 6,5 %. De todas formas se deberían haber realizado un mayor número de pesadas en esta época para poder haber hecho un análisis más profundo.

En el segundo período hubieron diferencias significativas entre el tratamiento F 4 contra el F 2 y F 6, estando el D 4 en una posición intermedia no diferenciándose de ninguno de los anteriores. Esto se explica porque en el tratamiento F 2 el alargamiento de los entrenudos en las macollas fértiles en la festuca desde mediados de setiembre provocó una caída en la calidad de la pastura (Carámbula, 2007b), lo cual no pudo ser compensado por los animales a través de la selección del forraje aunque se encontraban en una OF muy alta. Reafirmando lo anterior se encontró que en bovinos, la presencia de tallos florales en gramíneas cespitosas afectan de forma negativa la cantidad de forraje cosechado (Ganskopp et al., citados por Cangiano, 1996). En cambio en el tratamiento F 6, a pesar de que la pastura mantuvo una mejor calidad al haberse controlado el desarrollo de las macollas fértiles, tuvo una mayor carga (kg/ha de PV), por lo que la OF fue menor que en F 4 y por tanto las GMD fueron menores, aunque de todas formas se consideran buenas. Los tratamientos F 4 y D 4 obtuvieron GMD excelentes (superiores a 2 kg/a/d), a pesar de que este último, no se diferenció significativamente del resto. Esto se debió en ambos debido a que el forraje era de buena calidad y la OF era de alrededor de 8 % por lo que se podría esperar que las GMD aumentaran si la OF hiciera lo mismo. Tal como menciona Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), con un 10 % de OF es donde se alcanzan los consumos máximos individuales y por lo tanto las ganancias máximas individuales para una calidad de pastura dada.

En el tercer período nuevamente hubo diferencias significativas, pero entre el tratamiento F 6 contra el F 2 y D 4, estando el F 4 en una posición intermedia no diferenciándose de ninguno de los anteriores. En el tratamiento F 6, al ocurrir un aumento de la OF en más de 2 puntos porcentuales, existió un aumento en las GMD con respecto al período anterior y como era en donde se encontraba la mayor dotación, se pudo controlar desde un inicio el crecimiento de las macollas reproductivas, a través del consumo de las mismas por parte de los animales. Esto provocó una menor caída en la calidad del forraje comparado con los tratamientos F 4 y F 2, en los cuales las GMD se redujeron en ambos casos proporcionalmente a la cantidad de macollas florecidas, estando en el último, la gran mayoría de las mismas en ese estado. Si bien las OF son altas, las GMD disminuyen ya que la calidad es el factor limitante como se explicó anteriormente. En el tratamiento D 4 ocurre una reducción importante de las GMD con respecto al segundo período debido a una disminución en el forraje disponible (aunque la OF se mantiene igual), como se aprecia en la Figura No. 4 en el apartado 4.2.1 Forraje disponible. Además ocurre una pérdida de calidad en la pastura como consecuencia de que el dactylis empieza a florecer en esta época, empeorando la relación hoja/tallo (Carámbula 2007a, Ayala et al. 2010). Si comparamos las GMD en este período del tratamiento D 4 con el tratamiento F 4 se puede apreciar como en este último son mayores. Esto se explica porque, como muestra la Figura No. 12 en el apartado 4.2.7 Oferta de forraje, la OF en este período es menor en el tratamiento D 4, ya que la disponibilidad de forraje cae en este último pastoreo como fue mencionado previamente.

En el siguiente cuadro se pueden ver los datos de las GMD por estación según tratamiento. La ganancia de invierno corresponde a la ganancia 1 y la ganancia de primavera reúne a las ganancias 2 y 3.

Cuadro No. 20. Ganancia media diaria estacional por animal para cada tratamiento.

Tratamiento	Ganancia invierno (kg/a/d)	Ganancia primavera (kg/a/d)	Ganancia promedio (kg/a/d)
F2	0,24	1,34	0,92
F4	0,21	1,82	0,73
D4	0,10	1,60	0,80
F6	0,07	1,69	0,76

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, en ninguno de las dos estaciones a pesar de que ocurren diferencias de casi 0,50 kg/a/d en la primavera. En esta época el p-valor obtenido fue de 0,17 con un bajo coeficiente de variación, lo que indica que por poca diferencia no fue

significativo (ver anexo No. 5). Las ganancias de invierno son bajas para la OF manejada por lo que se explicó anteriormente.

Comparando con los datos de la bibliografía, Fariña y Saravia (2010) en el período primaveral (40 días de pastoreo total entre setiembre y octubre) llegaron a GMD de alrededor de 2,5 kg/a/d sobre una pradera de primer año mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y agropyron, con los mismos resultados en otra mezcla de festuca, trébol blanco y agropyron. En ambos casos trabajando con una OF del 6 %, con novillos Holando de 430 kg a razón de 5 animales/hectárea (an/ha). Este dato es superior a los obtenidos en el presente trabajo en primavera, donde en el tratamiento F 6 con similar OF se lograron 1,69 kg/a/d, pero hay que destacar que la pastura en dicho experimento tenía raigrás en la mezcla (especie de mejor calidad que festuca), que estuvo sin pastoreo desde la siembra y que los animales eran de mayor peso, por lo que podrían tener mayores GMD. Por otro lado Abud et al. (2011), en el período estivo - otoñal, sobre una pradera mezcla básicamente de festuca, trébol blanco y lotus, alcanzaron ganancias de 1,25 kg/a/d con animales Holando de 380 kg a una OF de entre 8 y 10 %. Estas ganancias son superiores si se las contrasta con las obtenidas en promedio de todo el período por los tratamientos D 4 y F 4 con OF, animales y pasturas similares a las anteriores. Estas diferencias no concuerdan con lo esperado, ya que las especies componentes de las mezclas son principalmente invernales y el período estival se caracteriza por presentar problemas de estrés térmico y de calidad de las pasturas (Simeone y Beretta, 2008). En el trabajo de Arenares et al. (2011) en el mismo sitio y época experimental que el del presente trabajo pero con una pastura de segundo año y usando 3,8 terneros Holando de 120 kg de PV por ha, con una OF de 6 % en el promedio del período, obtuvieron GMD de 1,1 kg/a/d sin diferencias entre las dos mezclas. Para el período invernal las GMD se ubicaron alrededor de 0,6 kg/a/d en las dos mezclas siendo superiores a las obtenidas en el presente trabajo. Para el período primaveral, Arenares et al. (2011) obtuvieron para la mezcla de dactylis y alfalfa ganancias individuales del orden de 1,2 kg/a/d y en la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus se lograron 1,5 kg/a/d. Estos datos son inferiores a los registrados en el presente trabajo en el tratamiento F 6 donde la OF fue similar. Es importante considerar que los animales eran terneros de menor peso que podrían tener un potencial de GMD inferior. Agustoni et al. (2008) trabajando sobre una pastura mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y lotus, en el período invierno - primaveral, con novillos Holando de 400 kg PV, con OF de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5 % llegaron a GMD de 0,65; 1,35; 1,5 y 1,75 kg/a/d respectivamente. Comparando la OF de 7,0 % contra el tratamiento F 6 (OF 6,5%) se observa que las GMD son superiores, mientras que observando los resultados con OF de 9,5 % las GMD también son superiores que en F 4 (OF 8,7 %) y D 4 (OF 9,0 %). En el caso de la pastura del autor anterior, al presentar raigrás y una alta proporción de trébol blanco en la

mezcla, se podría esperar una calidad del forraje superior, lo cual se ve reflejado en las GMD. Almada et al. (2007) en las mismas condiciones y tratamientos que Agustoni et al. (2008), lograron con novillos Holando de 230 kg, ganancias de 1,0; 1,4; 1,7 y 1,7 kg/a/d respectivamente. Nuevamente las GMD son superiores cuando se las compara con OF similares en el presente trabajo, lo que es esperable por las razones mencionadas en el caso anterior.

Se puede concluir que para todo el período las ganancias medias diarias promedio logradas en este experimento podrían haber sido mayores, pero se consideran aceptables. Si se observa el período invernal las mismas son inferiores a las mencionadas por la literatura para las OF manejadas por las razones ya explicadas anteriormente. Para el período primaveral, como a grandes rasgos se mantuvieron las OF del período anterior (excepto en el tratamiento F 2 que aumentó marcadamente), y las condiciones ambientales para los animales mejoraron, se obtuvieron buenas GMD. También hay que destacar que con animales Holando de alrededor de 350 - 400 kg PV es posible obtener GMD de 2 kg/a/d e incluso superiores (como se observa en el Cuadro No. 19). Esto puede ser logrado con pasturas sembradas en estado vegetativo de buena calidad, luego de haber pasado un período de acostumbramiento a la nueva dieta, con altas disponibilidades de forraje al ingreso de la parcela (aproximadamente entre 2500 y 3500 kg/ha de MS), con remanentes no menores a los 1800 kg/ha de MS y con una OF de entre 8 y 10 %. Este es el rango donde se maximiza el consumo individual y por tanto las GMD individuales (Dougerthy, citado por Almada et al., 2007). Esta OF equivale aproximadamente a tres veces el consumo potencial. Las altas GMD obtenidas pueden considerarse como el potencial loggable con este tipo de animales y en estas condiciones de alimentación del experimento. Comparativamente es interesante mencionar los datos de la bibliografía para las razas Hereford, Aberdeen Angus y la cruce de ambas (Vaz Martinz et al. 2003, Rovira 2005), donde con novillos de alrededor de 350 kg PV con OF de 9,0 % se logran GMD del orden de 1,1 kg/a/d para el período primaveral. Estas GMD para estas razas son inferiores a las logradas en el presente trabajo con animales Holando, los cuales presentan una gran eficiencia para transformar el forraje en kg de peso vivo.

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

A continuación se presentan los datos de ganancia de kg PV por animal y por hectárea promedio durante el período experimental.

Cuadro No. 21. Ganancia promedio por animal en kg PV y producción en kg/ha PV para cada tratamiento.

Tratamiento	Ganancia PV promedio por animal (kg)	Producción kg/ha PV
F2	106	163
D4	112	345
F4	135	415
F6	118	545

La ganancia de PV en kg promedio por animal no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos debido a que en general la OF en todos ellos no impuso una limitante al consumo individual. En el tratamiento F 6 es posible que haya habido cierta restricción al consumo debido a la OF a la que quedaron sometidos los animales, pero esto no determinó diferencias significativas con los otros tratamientos. La producción en kg/ha de PV se calculó multiplicando la cantidad de animales en cada parcela, por las ganancias promedio de los animales en las mismas y luego se corrigió para ser expresado por hectárea. Esto no se pudo analizar estadísticamente debido a que no se encontraban las repeticiones necesarias en el experimento para poder realizarlo.

Analizando los datos de la bibliografía, se encontró que Fariña y Saravia (2010) obtuvieron producciones por hectárea de 545 kg/ha de PV sobre una pradera de primer año mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y agropyron; en otra mezcla de festuca, trébol blanco y agropyron lograron una producción de 590 kg/ha de PV. Estos resultados se obtuvieron en las mismas condiciones mencionadas en el apartado anterior sobre las GMD. El tratamiento F 6 es el más similar y el que se puede comparar directamente por las OF que se manejaron, teniendo en cuenta que estos autores tenían una carga animal de 5,0 an/ha, algo superior a la manejada en el tratamiento F 6 (4,6 an/ha). Se lograron similares niveles de producción por hectárea, pero los autores anteriores lo obtuvieron en dos meses de pastoreo con muy buenas ganancias individuales en ese período, mientras que en el presente trabajo se lograron en cinco meses. Por otro lado, las producciones por hectárea reportadas en el trabajo de Abud et al. (2011) son de entre 190 y 250 kg/ha de PV en las condiciones mencionadas anteriormente del período estival, con una dotación

de 2,3 an/ha. Comparando con el presente trabajo, en los tratamientos D 4 y F 4 a pesar de que las OF son similares, las producciones por hectárea son mayores. Esto se debe a que las dotaciones también fueron mayores (3,1 an/ha). Por lo tanto a igual OF la producción de kg/ha de PV puede ser diferente debido a una dotación distinta. Para mantener una misma OF, la dotación se define en función de la disponibilidad de forraje y del tiempo de pastoreo. En las mismas condiciones mencionadas previamente, Arenares et al. (2011) indican producciones de 550 kg/ha de PV para la mezcla de dactylis y alfalfa y de 600 kg/ha de PV para el promedio de la mezcla de festuca, que tenía una alta proporción de trébol blanco, con una dotación de 3,8 an/ha (terneros). Esta producción se obtiene no solo con los terneros mencionados sino que se agrega lo logrado por los novillos en terminación que estuvieron en la parte inicial del experimento, datos que coinciden con los obtenidos en el tratamiento F 6. Agustoni et al. (2008) obtuvo en las condiciones descritas anteriormente una producción de 400; 560; 480 y 430 kg/ha de PV para las OF de 2,0; 4,5; 7,0 y 9,5 % respectivamente. Estos valores son muy similares a los obtenidos en tratamiento F 4 (OF 8,7 %) en comparación con la OF de 9,5 % y también muy similares al tratamiento F 6 (OF 6,5 %) en comparación con la OF de 7,0 %. En este último caso la dotación fue diferente ya que en dicho trabajo se realizó con una carga de 3,1 an/ha para todos los tratamientos y en el tratamiento F 6 se trabajó con una dotación de 4,6 an/ha. Almada et al. (2007) reporta en las condiciones mencionadas anteriormente producciones de 1100; 900; 700 y 500 kg/ha de PV respectivamente para las OF de 2,0; 4,5; 7,0; 9,5 %. Estos valores son superiores a los obtenidos en tratamiento F 6 (OF 6,5 %) en comparación con la OF de 7,0 % y también superiores a los tratamientos F 4 (OF 8,7 %) y D 4 (OF 9,0 %) en comparación con la OF de 9,5 %, volviendo a marcar el efecto de la mezcla.

En el tratamiento F 6 donde la carga es mayor y la OF es menor (6,5 %), las producciones por hectárea de PV se alinean con lo observado en la literatura para esa OF. Para los tratamientos F 4 y D 4 donde las OF fueron superiores (alrededor de 9,0 %), la producción de kg/ha de PV en este trabajo fue inferior a la mencionada por los dos últimos autores. Esto es probable que sea debido a la presencia del raigrás en la pastura mezcla, lo cual mejora la calidad del forraje consumido por los animales debido a la mayor digestibilidad y proteína de esta especie (Mieres, 2004). El tratamiento F 2 al tener una muy alta oferta de forraje en todo el período era de esperar que tuviera una menor producción de kg/ha de PV, no encontrándose antecedentes en estos niveles de OF. A pesar de presentar la misma dotación, el tratamiento F 4 presentó una mayor producción de kg/ha de PV que el tratamiento D 4 debido a la mayor GMD que presentó el primero durante el período 3 (ver cuadro No. 19). La mayor disponibilidad y consecuentemente la mayor OF en ese período,

permitieron obtener mayores GMD en el tratamiento F 4 que se tradujeron en una producción por unidad de superficie mayor.

A continuación se observa la relación entre la OF y el desempeño animal y por hectárea para los tratamientos de la mezcla con festuca, trébol blanco y lotus.

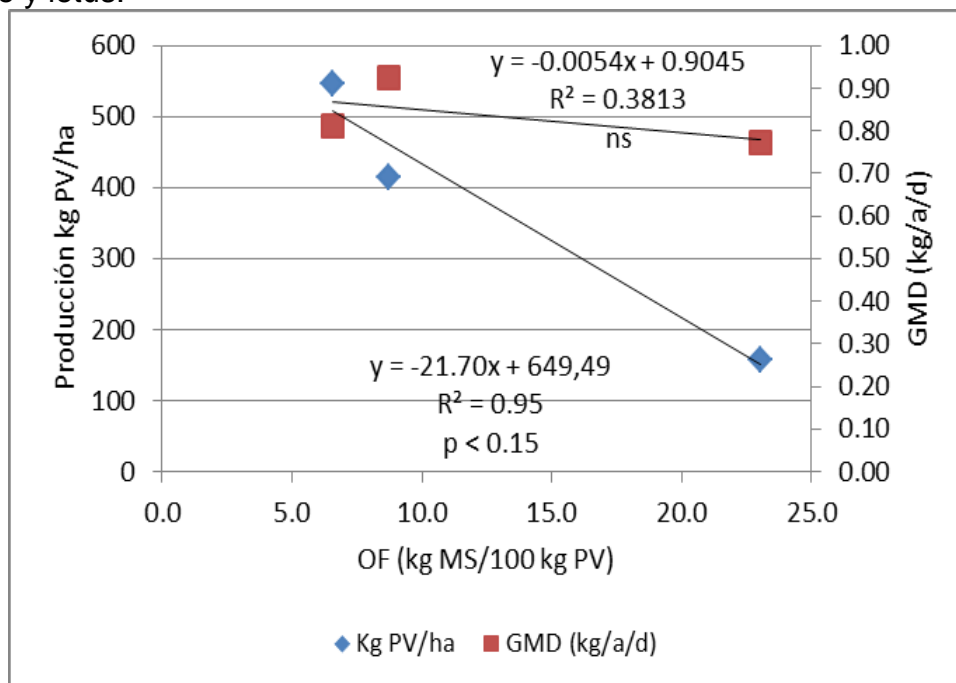


Figura No. 13. Producción de peso vivo (kg/ha) y ganancias medias diarias (kg/a/d) según la oferta de forraje promedio para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus.

Como se puede apreciar en el gráfico, aumentos por encima del 6,5 % de OF significaron una disminución de la producción de kg/ha de PV, ya que esta mayor oferta no determinó una mayor ganancia individual y por tanto no compensó la disminución del número de animales. Esto está en concordancia con lo planteado por Mott (1960) donde a partir de una cierta carga animal, las ganancias individuales prácticamente no aumentan, pero la producción por hectárea se reduce de forma importante. En este experimento con las cargas manejadas no se pasó del punto óptimo (tratamiento F 6), donde progresivos aumentos de la carga podrían provocar una disminución de las GMD (debido a la mayor dificultad de los animales de cosechar el forraje), lo cual no sería compensado por ese aumento de la carga y por tanto, la producción por hectárea también disminuiría. Relacionando a esto, el tratamiento F 2 por ejemplo, produjo una baja cantidad de kg/ha de PV debido a que la carga presente era baja para la producción de forraje, lo que ocasionó una muy alta



OF y una utilización del forraje baja donde hubo desperdicios de materia seca. Además como fue comentado anteriormente, la calidad del material disminuyó lo que implicó menores ganancias de peso individuales. En el tratamiento F 4 también se redujo la producción de kg/ha de PV, aunque la GMD fue levemente mayor, donde las utilizations de forraje fueron mayores con OF menores. El punto de producción máximo probablemente se hubiera dado entre el tratamiento F 6 y un hipotético F 8, entre los cuales la OF se ubicaría entre 4,5 y 7,0 % donde se obtienen las mayores ganancias de PV por unidad de superficie, con buenas ganancias individuales, con un buen aprovechamiento del forraje y sin perjudicar la persistencia de la pastura (Almada et al. 2007, Agustoni et al. 2008). Hay que tener presente también que el objetivo en esta etapa de la invernada es sacar los animales rápidamente a faena con un buen nivel de terminación, por lo tanto se debe tender a estar en valores de OF más altos dentro del rango mencionado, para así acercarse al potencial de ganancia individual, a pesar de estar perdiendo algo de producción por hectárea. Esto hubiera provocado en el hipotético F 8, que las menores ganancias individuales no permitieran sacar los animales antes del verano, lo cual perjudicaría la persistencia de la pastura y la eficiencia del proceso productivo debido a que se estaría manteniendo animales grandes por un mayor período de tiempo.

A continuación se presentan los datos de eficiencias de utilización (kg de forraje desaparecido para producir 1 kg de PV) y de eficiencia de producción (kg de forraje producido para producir 1 kg de PV) en el período para cada tratamiento.

Cuadro No. 22. Eficiencia de utilización y producción del forraje según tratamiento.

Tratamiento	Producción kg/ha PV	Desaparecido Total (kg/ha de MS)	Eficiencia de utilización	Eficiencia de producción
D 4	345	4830	14	32
F 2	163	4123	25	63
F 4	415	3699	9	26
F 6	545	4628	8	28

La eficiencia de producción del alimento a peso vivo para Fariña y Saravia (2010) fue de 8 kg MS en una mezcla de raigrás perenne, trébol blanco y agropyron, y 10 kg MS para la mezcla de festuca, trébol blanco y agropyron, lo cual son excelentes valores para tratarse de este tipo de alimento. En el caso de Abud et al. (2011) la eficiencia de utilización en una mezcla básicamente de festuca, trébol blanco y lotus, presenta valores de 19 kg MS estando asociado esta menor eficiencia (alto valor absoluto) al período verano - otoño. Arenares et al. (2011) presenta valores de eficiencia de producción de 12 kg MS para la

mezcla de dactylis y alfalfa, y de 10 kg MS para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus. Datos de Almada et al. (2007) en las condiciones ya mencionadas, logran eficiencias de utilización de 5; 8; 10 y 11 kg MS, siendo muy buenos valores y explicados principalmente en los mejores por las altas cargas que manejan que determinan que del forraje desaparecido la mayor parte sea consumido por el animal con una baja cantidad de desperdicios. Agustoni et al. (2008) en el mismo experimento que el autor anterior obtiene valores de eficiencia de utilización de 9; 7; 8 y 6 kg MS.

En resumen y comparando los datos obtenidos en este trabajo para los tratamientos F 4, F 6 y D 4 se obtuvieron valores en concordancia con los revisados en otros trabajos que se mencionan en el párrafo anterior. En el tratamiento F 2 en cambio, como la OF fue excesivamente alta, el forraje desaparecido fue alto, pero debido mayormente a pérdidas del mismo (senescencia y pisoteo) y no al consumo por parte de los animales, lo cual determinó que la eficiencia cayera marcadamente asociada a una baja producción kg/ha de PV. También se observa que los valores de eficiencia de producción obtenidos en este trabajo son muy altos, lo que está relacionado a los bajos porcentajes de utilización obtenidos, como fue comentado previamente.

Como se mencionó anteriormente, la eficiencia de conversión del forraje a carne es máxima cuando el consumo es máximo a nivel individual, el cual se da a una OF de 10 %. Pero aquí se establece una relación inversa entre la cosecha de forraje y la conversión a producto animal, dado que si ésta es muy alta, puede estar afectando el consumo por animal y por lo tanto disminuyendo considerablemente las ganancias individuales (Escuder, 1996). O de la otra forma, con ganancias individuales máximas, donde se dan los mayores consumos individuales, también ocurre un desperdicio importante de forraje, como ocurrió en este experimento en el tratamiento F 2.

#### 4.4 COMPONENTES ESTRUCTURALES DE LA PASTURA

En el presente capítulo se realiza una descripción de los componentes estructurales de la pastura, como son el número de plantas, el número de macollos, los macollos por planta, la relación parte aérea – raíz, entre otras características. Las mediciones fueron realizadas el 21 de agosto y el 24 de setiembre, en los bloques I y IV respectivamente. Los datos fueron promediados y luego analizados en conjunto.

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

Cuadro No. 23. Número de plantas de gramíneas y leguminosas por m<sup>2</sup>, número de macollos por m<sup>2</sup> y número de macollos por planta, para cada uno de los tratamientos.

Tratamiento	No. pl gramíneas/m <sup>2</sup>	No. pl leguminosas/m <sup>2</sup>	No. macollos/m <sup>2</sup>	No. macollos/planta
D 4	234	27 B	1761	8,5 C
F 2	254	48 B	3952	15,5 A
F 4	261	279 A	2942	13,0 AB
F 6	348	92 B	3313	9,5 BC

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

Existen diferencias numéricas importantes en algunas medidas, pero como se ve en el cuadro esto no implica diferencias significativas, salvo en el número de macollos/planta y en el número de plantas de leguminosas/m<sup>2</sup>. Esto se da debido al bajo número de mediciones realizadas (para todas las de esta sección), lo que ameritaría a seguir profundizando con nuevos estudios en futuros trabajos de tesis.

Según datos de Formoso (2010), trabajando con *Festuca arundinacea*, en mediciones de agosto y setiembre (mismas fechas que se midió en el presente trabajo), obtuvo aproximadamente 3740 y 2860 macollos/m<sup>2</sup> respectivamente. Los valores presentados en el cuadro anterior permiten ver que los tratamientos con festuca como componente gramínea de la mezcla son similares. No es de menor importancia destacar que los datos revisados son para una pradera de primer año sembrada a 0,45 m de distancia entre hileras.

Por otro lado Fariña y Saravia (2010) obtuvieron para *Festuca arundinacea* en una pradera mezcla de primer año valores de 7,35 macollos/planta, algo menor a los datos de festuca presentados en el cuadro No. 23.

Existe un número superior de plantas de leguminosas/m<sup>2</sup> en el tratamiento F 4 aunque como se vio anteriormente esto no afectó la composición botánica del disponible ni del remanente (ni en kg ni en %). Esto podría estar explicado por una mayor cantidad de plantas de menor tamaño y es probable que en ese tratamiento el reclutamiento de nuevas plantas a partir del banco de semillas haya sido importante. Por otro lado, en el tratamiento F 6 hay un mayor número de plantas gramíneas (aunque no hay diferencias significativas) con una menor cantidad de macollos en cada una de ellas, lo cual

tampoco significó cambios en la composición botánica. Esto no concuerda con lo esperado según la bibliografía como podemos ver a continuación.

En relación al número de macollos por planta hay diferencias significativas entre los tratamientos. Si se ve solamente los tratamientos con festuca, se observa una tendencia a una reducción en esta variable a medida que aumentamos la carga. Esto no concuerda con lo expresado por Mazzanti et al. (1994), que cuando la defoliación es menos frecuente aumenta la competencia por luz entre las plantas, por lo que éstas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos, debido a la baja relación rojo/rojo lejano. En este trabajo la frecuencia de defoliación fue similar en los distintos tratamientos. La competencia por luz debería haber sido mayor en los tratamientos con menor carga, lo que tendría que haber generado un menor número de macollos/planta en el tratamiento F 2. Sin embargo, en este caso el comportamiento fue distinto. La menor cantidad de macollos/planta en el tratamiento F 6 podría verse explicado por el hecho de que las plantas se hayan visto debilitadas como para realizar un activo macollaje debido a la mayor presión de pastoreo, lo cual provoca un bajo IAF remanente que no es suficiente para reconstituir su aparato foliar y obliga a la planta a recurrir a las reservas (Blaster et al., citados por Carámbula, 2007b). Otro factor posible de explicación sería que el mayor número de plantas/m<sup>2</sup>, aunque no fue significativo, podría estar provocando una mayor competencia entre las mismas generando un menor número de macollos por planta.

#### 4.4.2 Relación parte aérea – raíz

En los siguientes cuadros se presenta el peso de las partes aérea y de la raíz y su relación, tanto para las gramíneas como las leguminosas.

Cuadro No. 24. Peso de la parte aérea y la raíz de gramíneas expresado en gramos por m<sup>3</sup> y la relación parte aérea – raíz, para cada tratamiento.

Tratamiento	PA Gramíneas (g/m <sup>3</sup> )	PR Gramíneas (g/m <sup>3</sup> )	Rel PA/PR Gramíneas
D 4	227	187	1,2
F 2	353	221	1,7
F 4	294	220	1,4
F 6	243	230	1,2

Cuadro No. 25. Peso de la parte aérea y la raíz de leguminosas expresado en gramos por m<sup>2</sup> y la relación parte aérea – raíz, para cada tratamiento.

Tratamiento	PA Leguminosas (g/m <sup>3</sup> )	PR Leguminosas (g/m <sup>3</sup> )	Rel PA/PR Leguminosas
D 4	56	54 A	1,0
F 2	10	16 B	1,6
F 4	22	10 B	2,3
F 6	14	6 B	1,2

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

Para los tratamientos con festuca nuevamente existe una tendencia (aunque no significativa) a que la relación parte aérea - raíz para las gramíneas, se vaya reduciendo conforme aumenta la carga, debido a la reducción del numerador, manteniéndose el denominador casi incambiado. La mayor presión de pastoreo remueve en mayor medida el área foliar de la pastura.

Como puede observarse en el cuadro No. 25, existieron diferencias significativas a favor del peso de raíz del tratamiento D 4, dado principalmente porque la alfalfa presenta raíces gruesas y largas a diferencia del trébol blanco (principal componente de las leguminosas en los otros tratamientos).

Para contrastar los valores obtenidos, a continuación se presentan los resultados obtenidos por Formoso (2011), donde evaluó el peso de la parte aérea y de la raíz frente a distintas frecuencias de corte en la primavera, donde trabajó con pasturas de distintas especies en su segundo año de vida. Según sus resultados las frecuencias de 3 y 4 cortes en primavera determinaron disminuciones significativas en los pesos de la raíz de todas las leguminosas.

Cuadro No. 26. Peso de la parte aérea y la raíz y su relación, expresados en gramos por m<sup>2</sup>.

Especie y cultivar		1 corte	2 cortes	3 cortes	4 cortes
Festuca Tacuabé	PA (g/m <sup>2</sup> )	347,0 A	340,6 A	241,0 B	209,0 C
	PR (g/m <sup>2</sup> )	514,0 A	416,3 A	272,4 B	241,5 B
	Rel PA/PR	0,7	0,8	0,9	0,9
Trébol blanco Zapicán	PA (g/m <sup>2</sup> )	231,4 B	267,8 A	275,5 A	191,6 C
	PR (g/m <sup>2</sup> )	148,7 A	129,4 AB	101,2 BC	80,3 C
	Rel PA/PR	1,6	2,1	2,7	2,4
L. corniculatus INIA Draco	PA (g/m <sup>2</sup> )	443,4 A	395,0 B	270,6 C	245,9 C
	PR (g/m <sup>2</sup> )	275,6 A	212,2 AB	162,6 BC	104,7 C
	Rel PA/PR	1,6	1,9	1,7	2,3

Fuente: Formoso (2011).

Si se comparan con los datos obtenidos en el presente trabajo con los de la literatura, se puede observar que en cuanto a los valores de peso de la parte aérea en festuca se encontraron valores similares, en cambio para el peso de las raíces los valores de Formoso (2011) son algo mayores, lo que genera que las relaciones parte aérea – raíz sean menores. Cuando se analizan las leguminosas se observa que los datos son diferentes. Esto puede deberse a que como fue mencionado en capítulos anteriores, la mayor proporción de leguminosas encontradas en el experimento fue proveniente del reclutamiento otoñal de plantas por resiembra natural, lo que determina que su morfología se corresponda con la de una pradera de primer año. No es menos importante mencionar que los datos de Formoso (2011) fueron obtenidos a 40 cm de profundidad y no a 20 cm como en este experimento, más allá de que cuando avanzamos hacia horizontes más profundos el peso relativo de las raíces sea menor.

Por otro lado, en este experimento la medición de agosto fue realizada con 13 días de descanso y en setiembre con 28 días de descanso. En el trabajo de Formoso (2011) los manejos de cortes fueron: 1 corte al final del período simulando un manejo de cosecha de semillas, con previo corte de limpieza en agosto antes de comenzar la primavera; 2 cortes cada 45 días; 3 cortes cada 30 días y 4 cortes (dos cada 22 y dos cada 23 días). Este es otro aspecto que puede estar afectando los resultados y puede estar implicando diferencias.

Por otro lado, Formoso (2010) reportó datos de peso de raíz en *Festuca aruncinacea* y *Dactylis glomerata*, cuando se evaluaron praderas en su segundo año de vida, a los 550 días post – siembra. Estas praderas fueron sembradas sobre rastrojo de sorgo. Los resultados en g/m<sup>2</sup> fueron para dactylis 554 y 758,

y para festuca 506 y 637 para laboreo convencional y siembra directa respectivamente. Estos valores son mayores a los presentados en el cuadro No. 24.

#### 4.4.3 Sistema radicular

En este punto se describen mediante el siguiente cuadro los datos recabados del largo de raíces tanto para gramíneas como para leguminosas.

Cuadro No. 27. Largo de raíces de gramíneas y leguminosas para cada tratamiento, expresado en centímetros.

Tratamiento	Largo de raíz gramíneas (cm)	Largo de raíz leguminosas (cm)
D 4	15,4	22,5
F 2	15,7	10,4
F 4	14,6	8,9
F 6	12,6	4,6

Fariña y Saravia (2010) obtuvieron para *Festuca arundinacea* en una pradera mezcla de primer año un largo de raíz de 12,6 cm, muy similar a los datos de festuca presentados en el cuadro. Para *Trifolium repens* el mismo autor reporta largos de raíces de 7,0 y 3,8 cm, también similares a los valores del cuadro. Si bien en el componente leguminosas también se encuentra *Lotus corniculatus*, se encontraron muy pocas plantas lo cual no hizo aumentar el largo promedio de raíz. En el tratamiento D 4, el largo de raíz de leguminosas se corresponde con *Medicago sativa*, especie que se caracteriza por presentar una raíz pivotante profunda (Langer, 1981). Sin embargo estos valores son bajos para esta especie, ya que no se midió a mayor profundidad porque no se trabajó a más de 20 cm.

Relacionando este punto con el anterior se puede concluir que tanto para gramíneas como para leguminosas (en la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus) aumentos progresivos de la carga generaron reducciones en el largo de las raíces pero sin provocar una disminución en el peso de las mismas por lo que los sistemas radiculares de las plantas se encontrarían más concentrados cerca de la superficie del suelo.

Para los tratamientos con festuca se podría concluir de forma general y como una tendencia interesante, que esta especie con mayores cargas presenta una mayor cantidad de plantas/m<sup>2</sup> con un menor número de macollos en cada individuo, una relación PA/PR menor, y un largo de raíces menor. Esto plantea dudas sobre la persistencia de la pastura, a las puertas de la entrada

del verano, la cual es una estación crítica para las especies perennes invernales. Estas afirmaciones no son del todo seguras ya que como se mencionó anteriormente el número de mediciones es bajo, lo que no permite obtener diferencias significativas.

#### 4.4.4 Malezas y restos secos

Por último se muestra en este apartado el peso de las malezas (incluyendo raíces) y los restos secos.

Cuadro No. 28. Peso seco de las malezas y los restos secos para cada tratamiento, expresado en gramos por m<sup>3</sup>.

Tratamiento	Malezas (g/m <sup>3</sup> )	Restos secos (g/m <sup>3</sup> )
D 4	28,7	138,2
F 2	49,4	116,8
F 4	72,4	141,9
F 6	45,5	120,6

Considerando estos datos y los presentados previamente del peso de la parte aérea y raíz de las gramíneas y leguminosas, se calculó la proporción relativa de cada componente, de modo de comparar los resultados obtenidos con el muestreo del método Botanal (Tothill et al., 1978) por apreciación visual. En el siguiente cuadro se presenta la composición botánica en porcentaje obtenida a partir de las muestras de suelo de 0,008 m<sup>3</sup>.

Cuadro No. 29. Composición botánica en porcentaje obtenida a partir del peso de los distintos componentes.

Tratamiento	% Gramíneas	% Leguminosas	% Malezas	% Restos secos
D 4	59,0	16,0	4,2	20,0
F 2	75,0	3,4	6,4	15,0
F 4	68,1	4,2	9,5	19,0
F 6	72,0	3,0	6,9	18,2

Comprando estos resultados con los presentados en el punto 4.2.3 Composición botánica se observa que en general los datos son coincidentes salvo por las malezas que en este caso se encuentran en una proporción menor y los restos secos en una proporción mayor. Esto último puede haberse debido porque al separar los distintos componentes de la muestra de suelo se incluye cierta proporción de mantillo dentro de este componente, que en el método Botanal (Tothill et al., 1978) por apreciación visual no se considera.



## 5. CONCLUSIONES

El tipo de mezcla y la dotación causaron diferencias significativas sobre algunas de las diferentes variables estudiadas.

Las disponibilidades promedio para todos los tratamientos fueron altas, siendo la del tratamiento F 2 significativamente mayor. Este comportamiento de la disponibilidad de forraje también fue constatado con la altura del forraje, encontrándose una correlación alta y positiva entre éstas dos variables.

Estas altas disponibilidades resultaron en altos valores de forraje remanente, encontrándose nuevamente el mismo comportamiento cuando se evaluó la altura del forraje remanente.

No existieron diferencias significativas entre tratamientos en los kg de materia seca promedio de los distintos componentes de las mezclas evaluadas para el forraje disponible. En cambio, para el forraje remanente se encontraron diferencias a favor del tratamiento F 2 en el componente gramíneas de la mezcla. La mayor selectividad relativa encontrada a favor de dactylis sugiere que éste se comportó como de mejor calidad promedio en todo el período.

La proporción de gramíneas a lo largo del período experimental fue alta, estando entre valores de 60 a 80 % de los kg disponibles y remanentes.

Por otro lado las leguminosas se encuentran en menor proporción durante todo el período, variando entre 0 a 20 % del total, observándose una leve tendencia al aumento de las mismas hacia el final del período experimental. Salvo en el tratamiento D4, por presentar a la alfalfa bien implantada desde el inicio del experimento, se constató que la mayor proporción de las leguminosas fue constituida por trébol blanco proveniente de la resiembra natural.

En términos generales se puede observar que existe una leve tendencia a que el enmalezamiento avance hacia la primavera, sin embargo la proporción de malezas en la mezcla no fue de gran relevancia en especial para ser una pradera en su tercer año de vida, manteniéndose entre valores de 10 y 20 % en todos los tratamientos.

Con respecto a los restos secos, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en términos promedio pero en la evolución puede observarse una tendencia a la baja en todos los tratamientos.

Existieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos en cuanto al forraje desaparecido, sin embargo, se encontraron desaparecidos similares con dotaciones muy distintas, pudiendo ser esto por diferentes factores, incluido las diferentes estructuras propias de cada mezcla.

La utilización del forraje disminuyó al aumentar la oferta de forraje, encontrándose valores bajos de esta, especialmente en el tratamiento F 2. También para este tratamiento la producción de forraje fue significativamente mayor y comparando con los datos de la literatura fue alta para todos los tratamientos.

Para los tratamientos con festuca se podría concluir de forma general y como una tendencia interesante, que esta especie con mayores cargas presenta una mayor cantidad de plantas/m<sup>2</sup> con un menor número de macollos en cada individuo, una relación PA/PR menor, y un largo de raíces menor. Esto plantea dudas sobre la persistencia de la pastura, a las puertas de la entrada del verano, la cual es la estación crítica para las especies perennes invernales.

Con respecto a la producción animal, si bien en el período invernal las GMD fueron bajas, esto fue compensado en la primavera con altas ganancias individuales, obteniendo incluso valores considerados como potenciales para la raza Holando en algunos períodos y tratamientos, lo que permitió obtener así adecuadas producciones por unidad de superficie. Se encontraron diferencias en las GMD cuando la disponibilidad y/o la calidad fueron limitantes.

Aumentos por encima del 6,5 % de oferta de forraje significaron una disminución de la producción de kg/ha de PV, ya que esta mayor oferta no determinó una mayor ganancia individual y por tanto no compensó la disminución del número de animales.

Considerando los objetivos e hipótesis de este trabajo, se puede afirmar que el tipo de mezcla y dotación generó diferencias significativas con respecto a la producción de forraje. La producción de peso vivo por hectárea fue diferente entre los tratamientos aunque no se pudo analizar estadísticamente. Las diferencias encontradas con respecto a estas dos variables se explican fundamentalmente por el efecto de la dotación. Por otro lado, en cuanto a la composición botánica de las mezclas y en las GMD promedio, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Si bien no se evaluó el comportamiento en ofertas de forraje menores, para este experimento el mejor resultado estuvo en 6,5 %, donde se logró la mayor producción de peso vivo por hectárea con adecuadas ganancias

individuales que permitieron lograr un buen nivel de terminación para la faena de los animales, permitiendo sacar a éstos antes del verano, de modo de no perjudicar la persistencia de las pasturas y la eficiencia del proceso productivo.

Las praderas perennes son una alternativa tecnológica para la producción animal de bajo costo relativo y alto impacto en el sistema. Para que esto sea efectivamente así, es importante conocer las variables que afectan su producción y su persistencia, de modo de lograr el principal objetivo de su incorporación, que es en definitiva obtener lo máximo posible de producto final.

## 6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje, la composición botánica, y la producción animal de dos mezclas de pasturas de tercer año, durante el periodo invierno - primaveral. Los tratamientos corresponden a dos mezclas forrajeras compuestas la primera por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, con 4 novillos por parcela, la segunda por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, dividida en tres tratamientos con 2, 4 y 6 novillos por parcela. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú (Latitud 32° 23'31,60" S y Longitud 58° 02'19,20" O). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, comprendiendo cuatro bloques con cuatro tratamientos cada uno. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una un tratamiento diferente dentro de cada bloque. Las mezclas fueron pastoreadas con 16 novillos de la raza Holando, asignados al azar en los tratamientos. El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue una intensidad de 5 cm. Se encontraron diferencias significativas a favor del tratamiento F 2 con respecto a las variables disponible y remanente de forraje, tanto en kg como en altura (cm), tasa de crecimiento y producción de forraje, aunque presentó el menor desempeño respecto a la utilización del forraje y por lo tanto a la producción de kg/ha de PV. A pesar de la presencia de diferentes especies en las mezclas la proporción de los diferentes componentes botánicos no tuvo diferencias entre tratamientos. Se lograron adecuadas ganancias medias diarias por parte de los animales y producciones por hectárea variables, encontrándose un óptimo en este experimento en ofertas de forraje en torno al 6,5 %.

Palabras clave: Productividad; Mezclas forrajeras; Pastoreo.

## 7. SUMMARY

The objective of this study was to evaluate forage production, botanical composition and animal production of two pastures mixtures in the third year, during the winter – spring period. Each treatment correspond to two forage mixtures composed the first by *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa* with 4 steers per plot, and the second by *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, divided into three treatments with 2, 4 and 6 steers per plot. The experiment was conducted at the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni of the Faculty of Agronomy in the Department of Paysandú (Latitude 32° 23'31,60" S and Longitude 58° 02'19,20" O). The experimental design was completely randomized blocks, comprising four blocks with four treatments each block. The experimental unit is the plot, corresponding a plot to each different treatment within each block. The mixtures were grazed with 16 steers, Holstein breed, randomly assigned to treatments. The grazing method was rotational and the criterion used to the change of fringe was an intensity of 5 cm. Significant differences favoring treatment F 2 with respect to the variables available and remaining forage both in kg and height (cm), rate of growth and forage production, but had the lowest performance against forage utilization and therefore to production kg/ha PV. Despite the presence of different species in mixtures the proportion of different botanical components did not differ between treatments. Suitable average daily gain were achieved by animals and variables production per hectare, finding an optimum in this experiment in forage deals around 6.5 %.

Keywords: Productivity; Mixtures forage; Grazing.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD, M. J.; GAUDENTI, C.; ORTICOCHEA, V.; PUIG, V. M. 2011. Evaluación estivo – otoñal de mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
2. AGUSTONI, F.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
3. ALLEGRI, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en la utilización de pasturas. CIAAB. Miscelánea no. 39: 1-3.
4. ALMADA, F.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPÍTRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
5. ALTAMIRANO, A.; DA SILVA, H.; DURÁN, A.; ECHEVERRÍA, A.; PANARIO, D.; PUENTES, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
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. ASTIGARRAGA, L.; GONZÁLEZ, P. 2012. Productividad de vacas lecheras en pasturas de festuca o dactylis. Agrociencia (Montevideo). 16 (1): 160-165.
8. AVENDAÑO, J. C.; BOREL, R.; CUBILLOS, G. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. Turrialba. 36 (2): 137-148.
9. 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 2010. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
10. BARTHAM, G. T.; BOLTON, G. R.; ELSTON, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.
11. BLANCO, M. del R. 1999. El alimento y los procesos digestivos en el rumen. (en línea). s. l., Sitio Argentino de Producción Animal. 10 p. Consultado ene. 2013. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/informacion\\_tecnica/manejo\\_del\\_alimento/70-alimentos\\_rumen.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/70-alimentos_rumen.pdf)
12. BRANCATO, A.; PANISSA, R. J.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
13. BROUGHAM, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5): 377-387.
14. CANGIANO, C. 1996. Consumo en pastoreo. Factores que afectan la facilidad de cosecha. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gomez, P.; Rosso, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
15. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
16. \_\_\_\_\_. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
17. \_\_\_\_\_. 2007a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
18. \_\_\_\_\_. 2007b. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
19. CHILIBROSTE, P.; SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. *Cangüé*. no. 27: 15-17.

20. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; BRUNI, M. de los A.; FABRE, E.; MATIAUDA, D. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años; aportes desde la EEMAC. Cangüé. no. 30: 36-44.
21. 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.
22. 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.
23. ESCUDER, C. 1996. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C.; Escuder, C.; Galli, J.; Gomez, P.; Rosso, O. eds. *Producción animal en pastoreo*. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p.
24. FARIÑA, M.; SARAIVA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
25. FERNANDEZ, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. *Revista Plan Agropecuario*. no. 85: 6-9.
26. FERRARI, O. 2012. Suplementación en invernadas pastoriles; fundamentos. (en línea). Buenos Aires, DelSector.com. s.p. (Notas técnicas). Consultado ene. 2013. Disponible en <http://delsector.com/vernoti.php?notid=1542>
27. 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.
28. FORMOSO, F. A.; AROCENA, M.; ALLEGRI, M. 1982. Evaluación de mezclas forrajeras en la zona noreste. *Investigaciones Agronómicas*. 3 (1): 47-52.
29. \_\_\_\_\_. 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).



30. \_\_\_\_\_. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
31. \_\_\_\_\_. 2004. Lotus Corniculatus I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, Uruguay, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
32. \_\_\_\_\_. 2010. Festuca Arundinácea, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
33. \_\_\_\_\_. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad de forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) PERS.) Montevideo, Uruguay, INIA. 291 p. (Serie Técnica no. 188).
34. FRANCO, J.; ÁLVAREZ, P. 2010. Efectos de distintas mezclas forrajeras en el enmalezamiento. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 52 p.
35. FULKERSON, W. J.; SLACK, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. Grass and Forage Science. 50 (1): 16-20.
36. GARCÍA, J. A. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE OBERON. Montevideo, Uruguay, INIA. 10 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
37. \_\_\_\_\_. 1995b. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, Uruguay, INIA. 9 p. (Serie Técnica no. 66).
38. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 133).
39. GARDUÑO VELÁZQUEZ, S.; PÉREZ PÉREZ, J.; HERNÁNDEZ GARAY, A.; HERRERA HARO, J. G.; MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, P. A.; JOAQUÍN TORRES, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México. 47 (2): 189-202.

40. GRANT, S.A.; BARTHAM, G. I.; TORVELL, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. 36: 155-168.
41. HARRIS, W.; LAZENBY, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. *Australian Journal of Agricultural Research*. 25 (2): 227-246.
42. HEITSCHMIDT, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216-223.
43. HODGSON, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production; an evaluation of research results. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 44: 99-104.
44. \_\_\_\_\_. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.
45. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2004. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado may. 2012. 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. \_\_\_\_\_. 2005. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado may. 2012. 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. \_\_\_\_\_. 2006. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado may. 2012. 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. \_\_\_\_\_. 2007. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado may. 2012. 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. \_\_\_\_\_. 2008. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado may. 2012. 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. \_\_\_\_\_. 2009. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. s.p. Consultado may. 2012. 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. \_\_\_\_\_. 2010. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 94 p. Consultado may. 2012. 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. \_\_\_\_\_. 2011. Catálogo forrajeras. (en línea). Montevideo, Uruguay. 101 p. Consultado may. 2012. 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)
53. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34 (4): 261-271.
54. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
55. LEBORGNE, R. s.f. Antecedentes técnicos y metodología para la presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª. ed. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 53 p.
56. MAZZANTI, A; LEMAIRE, G; GASTEL, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Science*. 49 (2): 111-120.
57. MIERES, J. M. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, Uruguay, INIA. 84 p. (Serie Técnica no. 142).
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. MONTOSI, F.; RISSO, D. F.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, 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 Press. pp. 606-611.
61. NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). 1981. Effect of environment on nutrient requirements of domestic animals. Washinton, D.C., National Academy Press. 137 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. OTONDO, J.; CICCHINO, M.; CALVETTY, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). s. l., Sitio Argentino de Producción Animal. 6 p. Consultado ene. 2013. Disponible en [http://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas\\_cultivadas\\_alfalfa/115-Alfalfa.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf)
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. \_\_\_\_\_.; HARVEY, A.; WOLEDGE, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. 1. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. *Journal of Applied Ecology*. 28: 619-634.
66. PEARCE, R. B.; BROWING, R. H.; BLASER, R. E. 1965. Relationships between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchardgrass. *Crop Science*. 5: 553-556.
67. PEREIRA, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar? *Revista Plan Agropecuario*. no. 122: 36-38.
68. PINEIRO, J.; HARRIS, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two

grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 21: 83-92.

69. REBUFFO, M. 2000. Distribución estacional de forraje. Adopción de variedades en Uruguay. Variedades de alfalfa. *In*: Rebuffo, M.; Riso, D. F.; Restaino, E. eds. *Tecnología en alfalfa*. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
70. ROSENGURTT, B. 1979. Tabla comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Uruguay, UDELAR. Dirección General de Extensión Universitaria. 83 p.
71. ROVIRA, P. 2005. Efecto de la asignación de forraje en la ganancia de peso de novillos sobreño sobre praderas durante la primavera. *In*: *Jornada Anual de Producción Animal (2005, INIA Treinta y Tres)*. Resultados experimentales 2005. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 23-32 (Actividades de Difusión no. 429).
72. SALDANHA, S.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. *Agrociencia (Montevideo)*. 14 (1): 44-54.
73. SANTIÑAQUE, F.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Investigaciones Agronómicas*. 2: 16-21.
74. SCHENEITER, O.; PAGANO, E. 1998. Producción de forraje y composición botánica de pasturas mixtas de festuca y trébol blanco fertilizadas con nitrógeno. *Revista de Tecnología Agropecuaria*. 3 (9): 10-14.
75. \_\_\_\_\_. 2000. Mezclas de especies forrajeras templadas. *Forrajes y granos. Agribusiness Journal*. 5 (53): 185-192.
76. SIMEONE, A.; BERETTA, V. 2008. Una década de investigación para una ganadería más eficiente. *Revista UPIC*. 10: 29-31.
77. THE STOCK FARMER. 2000. Rotación de pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado 3 nov. 2012. Disponible en <http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/Bovinos/rotaciondepastoreo.htm>.

78. TEUBER, N.; LAIDLAW, A. S. 1996. Influence of irradiance on branch growth of white clover stolons in rejected areas within grazed swards. *Grass and Forage Science*. 51 (1): 73-80.
79. VAZ MARTINS, D.; MESCIA, M.; BRIT, A.; CIBILS, R.; AUNCHAIN, M. 2003. Efecto de la presión de pastoreo sobre ganancia en peso y eficiencia de utilización del forraje de novillos de distinta edad. In: Vaz Martins, D. ed. *Avances sobre engorde de novillos en forma intensiva*. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 9-17 (Serie Técnica no. 135).
80. 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.
81. WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; DELLOW, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 38 (5): 451-460.
82. WALDO, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage - concentrate interaction. *Journal of Dairy Science*. 69 (2): 617-631.
83. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. *Cangué*. no. 15: 13-17.
84. \_\_\_\_\_; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género *Lotus* en el Uruguay. *Cangué* no. 25: 5-11.
85. \_\_\_\_\_; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M; SILVEIRA, D. 2006a. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: *Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas)*. Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
86. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2006b. Producción otoño – invernal del segundo año de raigrás según intensidad de pastoreo. In: *Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21ª., 2006, Pelotas)*. Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP Kg./HA 16		0,75	0,58	14,32

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5144477,43	6	857412,91	4,46	0,0228
Bloque	2639255,07	3	879751,69	4,57	0,0329
Tratamiento	2505222,36	3	835074,12	4,34	0,0376
Error	1730718,47	9	192302,05		
Total	6875195,91	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=568,41583**

Error: 192302,0527 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F 2	3736,50	4	219,26	A
F 6	2956,60	4	219,26	B
F 4	2795,74	4	219,26	B
D 4	2763,08	4	219,26	B

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM Kg./HA 16		0,80	0,67	18,85

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5042512,00	6	840418,67	6,02	0,0089
Bloque	2037599,35	3	679199,78	4,86	0,0281
Tratamiento	3004912,65	3	1001637,55	7,17	0,0093
Error	1257262,71	9	139695,86		
Total	6299774,71	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=484,46897**

Error: 139695,8563 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F 2	2705,80	4	186,88	A
F 4	1871,02	4	186,88	B
F 6	1799,56	4	186,88	B
D 4	1555,69	4	186,88	B

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

### Altura promedio del disponible (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT DISP	16	0,73	0,54	11,69

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	96,74	6	16,12	3,97	0,0318
Bloque	21,28	3	7,09	1,75	0,2265
Tratamiento	75,46	3	25,15	6,20	0,0143
Error	36,51	9	4,06		
Total	133,25		15		

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,61060

Error: 4,0563 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F 2	20,92	4	1,01	A
F 6	16,55	4	1,01	B
F 4	16,06	4	1,01	B
D 4	15,39	4	1,01	B

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

### Altura promedio del remanente (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT REM	16	0,85	0,75	17,13

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	123,13	6	20,52	8,52	0,0027
Bloque	43,72	3	14,57	6,05	0,0153
Tratamiento	79,41	3	26,47	10,99	0,0023
Error	21,68	9	2,41		



Total	144,80	15
-------	--------	----

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,01170**

Error: 2,4087 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 2	12,87	4	0,78 A
F 4	8,32	4	0,78 B
F 6	7,78	4	0,78 B
D 4	7,28	4	0,78 B

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

## Anexo No. 2. Forraje desaparecido y % utilización

### Forraje desaparecido (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DES Kg./HA	16	0,70	0,51	11,77

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	345285,75	6	57547,63	3,56	0,0433
Bloque	150476,69	3	50158,90	3,10	0,0817
Tratamiento	194809,07	3	64936,36	4,02	0,0455
Error	145494,51	9	16166,06		
Total	490780,26	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=164,80722**

Error: 16166,0563 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
D 4	1207,38	4	63,57 A
F 6	1157,05	4	63,57 A B
F 2	1030,70	4	63,57 B C
F 4	924,73	4	63,57 C

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

### Desaparecido total (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DES TOT Kg./HA	16	0,70	0,51	11,77

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5524615,21	6	920769,20	3,56	0,0433
Bloque	2407645,00	3	802548,33	3,10	0,0817
Tratamiento	3116970,21	3	1038990,07	4,02	0,0455
Error	2327916,42	9	258657,38		
Total	7852531,63	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=659,22951**

Error: 258657,3798 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
D 4	4829,54	4	254,29	A		
F 6	4628,17	4	254,29	A	B	
F 2	4122,81	4	254,29		B	C
F 4	3698,90	4	254,29			C

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTIL	16	0,79	0,65	12,96

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	740,84	6	123,47	5,58	0,0114
Bloque	173,89	3	57,96	2,62	0,1151
Tratamiento	566,95	3	188,98	8,53	0,0054
Error	199,31	9	22,15		
Total	940,15	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,09988**

Error: 22,1460 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
D 4	43,71	4	2,35	A		
F 6	39,60	4	2,35	A	B	
F 4	34,09	4	2,35		B	
F 2	27,88	4	2,35			C

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

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
T CREC	16	0,75	0,58	22,72

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2727,56	6	454,59	4,50	0,0221
Bloque	1272,19	3	424,06	4,20	0,0408
Tratamiento	1455,37	3	485,12	4,80	0,0290
Error	908,86	9	100,98		
Total	3636,43	15			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=13,02573

Error: 100,9847 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 2	59,80	4	5,02 A
F 6	43,74	4	5,02 B
D 4	38,73	4	5,02 B
F 4	34,69	4	5,02 B

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

#### Crecimiento ajustado

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CREC AJUS	16	0,79	0,65	16,60

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36037766,01	6	6006294,33	5,62	0,0111
Bloque	19313760,43	3	6437920,14	6,02	0,0156
Tratamiento	16724005,58	3	5574668,53	5,21	0,0233
Error	9623661,70	9	1069295,74		
Total	45661427,70	15			

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1340,36513

Error: 1069295,7440 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

F 2	7840,15	4	517,03	A	
F 6	6216,08	4	517,03		B
D 4	5831,61	4	517,03		B
F 4	5034,38	4	517,03		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

##### % gramíneas disponible

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRAM % D	16	0,46	0,10	16,06

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	968,41	6	161,40	1,28	0,3557
Bloque	851,62	3	283,87	2,25	0,1521
Tratamiento	116,79	3	38,93	0,31	0,8191
Error	1137,40	9	126,38		
Total	2105,81	15			

##### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=14,57170

Error: 126,3782 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 2	73,09	4	5,62 A
F 6	72,19	4	5,62 A
D 4	67,95	4	5,62 A
F 4	66,73	4	5,62 A

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

##### % leguminosas disponible

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LEG% D	16	0,23	0,00	81,31

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	158,03	6	26,34	0,45	0,8317

Bloque	106,69	3	35,56	0,60	0,6305
Tratamiento	51,33	3	17,11	0,29	0,8322
Error	532,67	9	59,19		
Total	690,69	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,97196**

Error: 59,1851 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
D 4	12,48	4	3,85 A
F 6	9,10	4	3,85 A
F 2	8,38	4	3,85 A
F 4	7,90	4	3,85 A

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

**% malezas disponible**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZA% D16		0,47	0,12	67,17

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	579,56	6	96,59	1,34	0,3342
Bloque	444,41	3	148,14	2,05	0,1778
Tratamiento	135,15	3	45,05	0,62	0,6180
Error	651,19	9	72,35		
Total	1230,75	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,02570**

Error: 72,3542 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 4	17,67	4	4,25 A
D 4	11,49	4	4,25 A
F 6	10,79	4	4,25 A
F 2	10,71	4	4,25 A

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

**% restos secos disponible**

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

RS% D 16 0,59 0,31 38,52

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	117,99	6	19,67	2,14	0,1473
Bloque	117,68	3	39,23	4,26	0,0394
Tratamiento	0,31	3	0,10	0,01	0,9983
Error	82,87	9	9,21		
Total	200,86	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,93323**

Error: 9,2077 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
D 4	8,08	4	1,52 A
F 6	7,90	4	1,52 A
F 2	7,84	4	1,52 A
F 4	7,70	4	1,52 A

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

**% suelo descubierto disponible**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SD% D	16	0,49	0,14	72,99

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11,46	6	1,91	1,42	0,3053
Bloque	3,81	3	1,27	0,94	0,4599
Tratamiento	7,66	3	2,55	1,90	0,2007
Error	12,11	9	1,35		
Total	23,58	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,50372**

Error: 1,3458 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
D 4	2,72	4	0,58 A
F 6	1,55	4	0,58 A B
F 4	1,18	4	0,58 B
F 2	0,91	4	0,58 B

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

### Gramíneas disponible (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP GRAM(Kg/Hà)	16	0,45	0,09	27,81

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2651490,58	6	441915,10	1,24	0,3700
Bloque	793032,86	3	264344,29	0,74	0,5533
Tratamiento	1858457,72	3	619485,91	1,74	0,2284
Error	3205862,10	9	356206,90		
Total	5857352,68	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=773,61586

Error: 356206,8999 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
F 2	2687,20	4	298,42	A	
F 6	2181,56	4	298,42	A	B
D 4	1903,58	4	298,42		B
F 4	1811,81	4	298,42		B

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

### Leguminosas disponible (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIS LEG(Kg/Hà)	16	0,28	0,00	87,49

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	221780,18	6	36963,36	0,60	0,7274
Bloque	174012,71	3	58004,24	0,94	0,4626
Tratamiento	47767,47	3	15922,49	0,26	0,8545
Error	557610,53	9	61956,73		
Total	779390,71	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=322,64016

Error: 61956,7256 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F 2	347,79	4	124,46	A

D 4	329,71	4	124,46	A
F 6	231,99	4	124,46	A
F 4	228,51	4	124,46	A

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

### Malezas disponible (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP MALEZAS (Kg/Ha)	16	0,53	0,21	68,18

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	733354,31	6	122225,72	1,66	0,2376
Bloque	558285,68	3	186095,23	2,52	0,1232
Tratamiento	175068,63	3	58356,21	0,79	0,5285
Error	663416,10	9	73712,90		
Total	1396770,41	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=351,92162

Error: 73712,8995 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F 4	553,04	4	135,75	A
F 2	435,03	4	135,75	A
D 4	309,13	4	135,75	A
F 6	295,72	4	135,75	A

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

### Restos secos disponible (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP RS (Kg/Ha)	16	0,54	0,23	48,44

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	133160,33	6	22193,39	1,73	0,2210
Bloque	123340,30	3	41113,43	3,20	0,0764
Tratamiento	9820,03	3	3273,34	0,25	0,8560
Error	115558,94	9	12839,88		
Total	248719,27	15			



**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=146,87732**

Error: 12839,8826 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 2	266,99	4	56,66 A
F 6	246,39	4	56,66 A
D 4	220,53	4	56,66 A
F 4	201,88	4	56,66 A

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

### % gramíneas remanente

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRAM % R	16	0,68	0,47	13,42

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1700,36	6	283,39	3,21	0,0570
Bloque	1319,54	3	439,85	4,98	0,0263
Tratamiento	380,81	3	126,94	1,44	0,2952
Error	794,60	9	88,29		
Total	2494,96	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,17941**

Error: 88,2885 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 6	75,85	4	4,70 A
F 2	73,45	4	4,70 A B
D 4	67,29	4	4,70 A B
F 4	63,54	4	4,70 B

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

### % leguminosas remanente

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LEG% R	16	0,34	0,00	100,67

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
------	----	----	----	---	---------

Modelo.	153,79	6	25,63	0,77	0,6142
Bloque	139,26	3	46,42	1,39	0,3080
Tratamiento	14,52	3	4,84	0,14	0,9304
Error	300,77	9	33,42		
Total	454,55	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,49321**

Error: 33,4186 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 2	6,84	4	2,89 A
D 4	6,54	4	2,89 A
F 6	4,89	4	2,89 A
F 4	4,71	4	2,89 A

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

#### % malezas remanente

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZA% R16		0,66	0,43	55,89

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1120,85	6	186,81	2,90	0,0734
Bloque	817,32	3	272,44	4,24	0,0400
Tratamiento	303,53	3	101,18	1,57	0,2628
Error	578,96	9	64,33		
Total	1699,81	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=10,39630**

Error: 64,3293 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 4	21,31	4	4,01 A
D 4	14,73	4	4,01 A B
F 2	11,08	4	4,01 A B
F 6	10,28	4	4,01 B

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

#### % restos secos remanente

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RS% R	16	0,62	0,36	27,88

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	110,43		6	18,40	2,43 0,1120
Bloque	89,95	3	29,98	3,95	0,0473
Tratamiento	20,48	3	6,83	0,90	0,4782
Error	68,28	9	7,59		
Total	178,71		15		

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,57024**

Error: 7,5866 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
D 4	11,44	4	1,38 A
F 4	10,46	4	1,38 A
F 6	8,99	4	1,38 A
F 2	8,63	4	1,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ )**% suelo descubierto remanente**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SD% R	16	0,71	0,52	65,76

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	239,20		6	39,87	3,70 0,0388
Bloque	163,28		3	54,43	5,06 0,0253
Tratamiento	75,92	3	25,31	2,35	0,1404
Error	96,87	9	10,76		
Total	336,07		15		

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,25248**

Error: 10,7630 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 6	7,21	4	1,64 A
D 4	6,95	4	1,64 A
F 4	3,74	4	1,64 A B
F 2	2,06	4	1,64 B

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

### Gramíneas remanente (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM GRAM(Kg/Hà)		16	0,67	0,46 28,56

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2923664,22	6	487277,37	3,12	0,0616
Bloque	932885,69	3	310961,90	1,99	0,1864
Tratamiento	1990778,53	3	663592,84	4,24	0,0398
Error	1407826,20	9	156425,13		
Total	4331490,42	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=512,65768

Error: 156425,1332 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F 2	1957,16	4	197,75	A
F 6	1391,79	4	197,75	B
F 4	1124,45	4	197,75	B
D 4	1065,00	4	197,75	B

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

### Leguminosas remanente (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM LEG(Kg/Hà)		16	0,38	0,00 126,30

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	127086,18	6	21181,03	0,91	0,5294
Bloque	89185,37	3	29728,46	1,27	0,3406
Tratamiento	37900,81	3	12633,60	0,54	0,6657
Error	209882,73	9	23320,30		
Total	336968,91	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=197,94352

Error: 23320,3029 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F 2	203,35	4	76,35	A
F 4	107,52	4	76,35	A

D 4	93,98 4	76,35 A
F 6	78,78 4	76,35 A

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

### Malezas remanente (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM MALEZAS (Kg/Ha)	16	0,62	0,36	69,78

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	620025,37	6	103337,56	2,42	0,1127
Bloque	420025,28	3	140008,43	3,28	0,0727
Tratamiento	200000,09	3	66666,70	1,56	0,2655
Error	384451,67	9	42716,85		
Total	1004477,04	15			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=267,90068

Error: 42716,8522 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
F 4	457,91	4	103,34	A	
F 2	337,15	4	103,34	A	B
D 4	223,40	4	103,34	A	B
F 6	166,31	4	103,34		B

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

### Restos secos remanente (kg/ha)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM RS (Kg/Ha)	16	0,49	0,15	36,67

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	37833,35	6	6305,56	1,43	0,3018
Bloque	33402,12	3	11134,04	2,53	0,1231
Tratamiento	4431,24	3	1477,08	0,34	0,8005
Error	39674,49	9	4408,28		
Total	77507,84	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=86,06144**

Error: 4408,2767 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F 2	207,58	4	33,20 A
F 4	181,04	4	33,20 A
D 4	173,13	4	33,20 A
F 6	162,57	4	33,20 A

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

### **Anexo No. 5. Pesos novillos (kg) por fecha y ganancias medias diarias**

**31/08/2012**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
31/08/2012	16	0,89	0,86	4,09

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	20101,56	4	5025,39	23,19	<0,0001	
Tratamiento	403,83	3	134,61	0,62	0,6159	
12/06/2012	16109,39	1	16109,39	74,32	<0,0001	0,93
Error	2384,19	11	216,74			
Total	22485,75	15				

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,38006**

Error: 216,7449 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F2	367,76	2	10,95 A
F4	365,76	4	7,36 A
D4	357,48	4	7,40 A
F6	354,92	6	6,05 A

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

**01/10/2012**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
01/10/2012	16	0,86	0,80	3,14

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	11177,03	4	2794,26	16,27	0,0001	
Tratamiento	2162,09	3	720,70	4,20	0,0330	
12/06/2012	7520,86	1	7520,86	43,80	<0,0001	0,64
Error	1888,72	11	171,70			
Total	13065,75	15				

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,24919**

Error: 171,7022 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F4	432,82	4	6,55	A
D4	422,68	4	6,59	A
F2	416,52	2	9,74	A B
F6	403,83	6	5,39	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ )**05/11/2012**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
05/11/2012	16	0,76	0,67	4,60

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	16205,98	4	4051,49	8,74	0,0020	
Tratamiento	1579,15	3	526,38	1,14	0,3773	
12/06/2012	13675,81	1	13675,81	29,50	0,0002	0,86
Error	5099,77	11	463,62			
Total	21305,75	15				

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=28,34392**

Error: 463,6158 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
F4	484,09	4	10,77	A
F6	466,78	6	8,85	A
D4	460,72	4	10,82	A
F2	455,06	2	16,01	A

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

## Ganancia 1

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ganancia 1	16	0,15	0,00	135,30

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,06	4	0,02	0,48	0,7496	
Tratamiento	0,06	3	0,02	0,62	0,6175	
12/06/2012	0,01	1	0,01	0,35	0,5650	-8,0E-04
Error	0,37	11	0,03			
Total	0,44	15				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,24156

Error: 0,0337 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F2	0,24	2	0,14 A
F4	0,21	4	0,09 A
D4	0,10	4	0,09 A
F6	0,07	6	0,08 A

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

## Ganancia 2

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ganancia 2	16	0,71	0,61	18,94

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	3,38	4	0,84	6,84	0,0051	
Tratamiento	1,24	3	0,41	3,35	0,0595	
12/06/2012	1,67	1	1,67	13,57	0,0036	-0,01
Error	1,36	11	0,12			
Total	4,73	15				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,46244

Error: 0,1234 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F4	2,16	4	0,18 A
D4	2,10	4	0,18 A B
F6	1,58	6	0,14 B



F2                      1,57 2      0,26                      B

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

### Ganancia 3

Variable    N      R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
Ganancia 3   16    0,56    0,39    26,54

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	2,04	4	0,51	3,44	0,0467	
Tratamiento	1,48	3	0,49	3,33	0,0603	
12/06/2012	0,76	1	0,76	5,12	0,0448	0,01
Error	1,63	11	0,15			
Total	3,67	15				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,50655

Error: 0,1481 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F6	1,80	6	0,16 A
F4	1,46	4	0,19 A B
F2	1,10	2	0,29 B
D4	1,09	4	0,19 B

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

### Ganancia primavera

Variable    N      R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
Ganancia prim   16    0,44    0,24    13,70

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,44	4	0,11	2,17	0,1401	
Tratamiento	0,31	3	0,10	2,02	0,1690	
12/06/2012	0,05	1	0,05	0,94	0,3528	-1,6E-03
Error	0,56	11	0,05			
Total	1,01	15				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,29818

Error: 0,0513 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F4	1,82	4	0,11 A
F6	1,69	6	0,09 A
D4	1,60	4	0,11 A B
F2	1,34	2	0,17 B

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

### Ganancia total promedio

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ganancia tot	16	0,30	0,04	18,16

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	0,10	4	0,03	1,17	0,3773	
Tratamiento	0,08	3	0,03	1,15	0,3726	
12/06/2012	0,02	1	0,02	0,81	0,3883	-9,8E-04
Error	0,24	11	0,02			
Total	0,34	15				

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,19437

Error: 0,0218 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F4	0,92	4	0,07 A
F6	0,80	6	0,06 A
D4	0,76	4	0,07 A
F2	0,73	2	0,11 A

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

### Ganancia total individual (kg PV)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Kg PV Gan tot	16	0,30	0,04	18,10

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	2135,16	4	533,79	1,15	0,3832	
Tratamiento	1579,15	3	526,38	1,14	0,3773	

12/06/2012	359,98	1	359,98	0,78	0,3971	-0,14
Error	5099,77	11	463,62			
Total	7234,94	15				

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=28,34392**

Error: 463,6158 gl: 11

Tratamiento	Medias	n	E.E.
F4	134,90	4	10,77 A
F6	117,59	6	8,85 A
D4	111,53	4	10,82 A
F2	105,87	2	16,01 A

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

**Anexo No. 6. Componentes estructurales de la pastura**

**No. plantas gramínea/m<sup>2</sup>**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. pl Gram/m <sup>2</sup>	8	0,82	0,58	24,49

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	61605,00	4	15401,25	3,42	0,1701
BLOQUE	46208,00	1	46208,00	10,26	0,0492
TRATAMIENTO	15397,00	3	5132,33	1,14	0,4584
Error	13507,00	3	4502,33		
Total	75112,00	7			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=157,90932**

Error: 4502,3333 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F6	348,00	2	47,45 A
F4	260,50	2	47,45 A
F2	254,00	2	47,45 A
D4	233,50	2	47,45 A

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

### No. plantas leguminosa/m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. pl Leg/m <sup>2</sup>	8	0,92	0,81	47,15

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	95188,50	4	23797,13	8,63	0,0538
BLOQUE	15931,13	1	15931,13	5,78	0,0955
TRATAMIENTO	79257,38	3	26419,13	9,58	0,0479
Error	8271,38	3	2757,13		
Total	103459,88	7			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=123,57117

Error: 2757,1250 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F4	279,00	2	37,13 A
F6	91,50	2	37,13 B
F2	48,00	2	37,13 B
D4	27,00	2	37,13 B

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

### No. macollos gramínea/m<sup>2</sup>

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. mac Gr/m <sup>2</sup>	8	0,82	0,59	22,53

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6334334,50	4	1583583,63	3,49	0,1665
BLOQUE	1247410,13	1	1247410,13	2,75	0,1961
TRATAMIENTO	5086924,38	3	1695641,46	3,73	0,1540
Error	1362825,38	3	454275,13		
Total	7697159,88	7			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1586,16516

Error: 454275,1250 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F2	3952,00	2	476,59 A
F6	3312,50	2	476,59 A B
F4	2941,50	2	476,59 A B



Error: 7742,5602 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F2	352,81	2	62,22 A
F4	293,55	2	62,22 A
F6	242,61	2	62,22 A
D4	227,09	2	62,22 A

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

### Parte raíz gramíneas (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PR Gram - g	8	0,08	0,00	43,76

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2195,06	4	548,77	0,06	0,9893
BLOQUE	76,94	1	76,94	0,01	0,9314
TRATAMIENTO	2118,12	3	706,04	0,08	0,9665
Error	26437,36	3	8812,45		
Total	28632,42	7			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=220,92116

Error: 8812,4518 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F6	230,11	2	66,38 A
F2	221,04	2	66,38 A
F4	219,69	2	66,38 A
D4	187,19	2	66,38 A

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

### Largo raíz gramínea (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo R Gr - cm	8	0,60	0,07	11,82

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	13,28	4	3,32	1,12	0,4816
BLOQUE	1,31	1	1,31	0,44	0,5532

TRATAMIENTO	11,97	3	3,99	1,35	0,4060
Error	8,88	3	2,96		
Total	22,16	7			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,04890**

Error: 2,9600 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F2	15,73	2	1,22 A
D4	15,35	2	1,22 A
F4	14,58	2	1,22 A
F6	12,56	2	1,22 A

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

**Malezas (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Malezas - g	8	0,31	0,00	77,53

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1950,21	4	487,55	0,34	0,8390
BLOQUE	2,40	1	2,40	1,7E-03	0,9700
TRATAMIENTO	1947,81	3	649,27	0,45	0,7355
Error	4327,29	3	1442,43		
Total	6277,50	7			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=89,37915**

Error: 1442,4294 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F4	72,40	2	26,86 A
F2	49,38	2	26,86 A
F6	45,52	2	26,86 A
D4	28,65	2	26,86 A

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

**Parte aérea leguminosas total (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PA Leg Tot - g	8	0,82	0,57	66,06

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3797,63	4	949,41	3,36	0,1735
BLOQUE	1224,14	1	1224,14	4,33	0,1288
TRATAMIENTO	2573,49	3	857,83	3,04	0,1930
Error	847,36	3	282,45		
Total	4644,99	7			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=39,55142**

Error: 282,4530 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
D4	55,52	2	11,88 A
F4	22,30	2	11,88 A B
F6	14,17	2	11,88 B
F2	9,79	2	11,88 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ )**Parte raíz leguminosas total (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PR Leg Tot - g	8	0,94	0,86	38,14

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3264,81	4	816,20	12,16	0,0338
BLOQUE	274,72	1	274,72	4,09	0,1363
TRATAMIENTO	2990,09	3	996,70	14,85	0,0264
Error	201,41	3	67,14		
Total	3466,22	7			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,28263**

Error: 67,1359 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
D4	54,38	2	5,79 A
F2	15,94	2	5,79 B
F4	9,90	2	5,79 B
F6	5,73	2	5,79 B

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



### Largo raíz leguminosas (cm)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Largo R Leg - cm	8	0,73	0,37	61,06

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	403,20	4	100,80	2,01	0,2967
BLOQUE	51,26	1	51,26	1,02	0,3867
TRATAMIENTO	351,94	3	117,31	2,34	0,2520
Error	150,61	3	50,20		
Total	553,81	7			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,67475

Error: 50,2043 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
D4	22,50	2	5,01 A
F2	10,35	2	5,01 A B
F4	8,93	2	5,01 A B
F6	4,64	2	5,01 B

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

### Restos secos total (g)

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RS Tot - g	8	0,29	0,00	31,55

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2019,97	4	504,99	0,30	0,8605
BLOQUE	1079,50	1	1079,50	0,65	0,4798
TRATAMIENTO	940,47	3	313,49	0,19	0,8983
Error	4998,77	3	1666,26		
Total	7018,74	7			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=96,06383

Error: 1666,2568 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F4	141,88	2	28,86 A
D4	138,23	2	28,86 A

F6	120,63	2	28,86	A
F2	116,77	2	28,86	A

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

### Relación parte aérea/parte raíz gramíneas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rel PA/PR gram	8	0,82	0,57	22,82

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,26	4	0,31	3,32	0,1761
BLOQUE	0,91	1	0,91	9,60	0,0533
TRATAMIENTO	0,35	3	0,12	1,22	0,4366
Error	0,28	3	0,09		
Total	1,54	7			

### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,72491

Error: 0,0949 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F2	1,69	2	0,22
F4	1,35	2	0,22
F6	1,20	2	0,22
D4	1,17	2	0,22

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

### Relación parte aérea/parte raíz leguminosas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rel PA/PR leg	8	0,30	0,00	95,96

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,71	4	0,68	0,31	0,8534
BLOQUE	0,68	1	0,68	0,32	0,6136
TRATAMIENTO	2,03	3	0,68	0,31	0,8163
Error	6,46	3	2,15		
Total	9,16	7			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,45240**

Error: 2,1521 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
F4	2,32	2	1,04 A
F2	1,59	2	1,04 A
F6	1,24	2	1,04 A
D4	0,98	2	1,04 A

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

### Anexo No. 7. Análisis de regresión

P valor línea de tendencia, producción kg PV/ha

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,976408
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,95337259
R <sup>2</sup> ajustado	0,90674518
Error típico	60,6934447
Observaciones	3

### ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	75319,0671	75319,0671	20,4466121
Residuos	1	3683,69424	3683,69424	
Total	2	79002,7613		

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	649,490423	70,5588622	9,20494468	0,06889046
Variable X 1	-21,695539	4,79799472	-4,52179302	0,13855909

Valor crítico de F  
0,13855909

Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
-	-	-	-
247,044926	1546,02577	247,044926	1546,02577
-	-	-	-
82,6598422	39,2687642	82,6598422	39,2687642

P valor línea de tendencia GMD (kg/a/d)

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,61750666
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,38131448
R <sup>2</sup> ajustado	-
Error típico	0,23737105
Observaciones	0,087708
	3

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	0,00474124	0,00474124	0,61633004
Residuos	1	0,00769269	0,00769269	
Total	2	0,01243393		

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	0,90452531	0,1019645	8,87098296	0,07146261
	-	-	-	-
Variable X 1	0,00544332	0,00693357	-0,7850669	0,57628572

Valor crítico de F  
0,57628572

Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
-	2,20010709	-	2,20010709

0,39105646                      0,39105646  
 -    -  
 0,09354274   0,0826561   0,09354274   0,0826561

P valor línea tendencia temperatura promedio

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,47939782
Coefficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,22982227
R <sup>2</sup> ajustado	0,17480957
Error típico	20,8179211
Observaciones	16

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	1810,52237	1810,52237	4,17762234
Residuos	14	6067,40176	433,38584	
Total	15	7877,92413		

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	33,7533506	38,5101714	-0,87647884	0,39556046
Variable X 1	5,30271722	2,59438174	2,04392327	0,06024784

Valor crítico de F  
 0,06024784

Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
116,349454	48,8427525	116,349454	48,8427525
-0,2616782	10,8671126	-0,2616782	10,8671126

P línea de tendencia precipitaciones acumuladas

Estadísticas de la regresión	
------------------------------	--

Coeficiente de correlación múltiple	0,43260057
Coeficiente de determinación R <sup>2</sup>	0,18714325
R <sup>2</sup> ajustado	0,12908206
Error típico	21,3869516
Observaciones	16

#### ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F
Regresión	1	1474,30036	1474,30036	3,22320701
Residuos	14	6403,62378	457,401698	
Total	15	7877,92413		

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	25,5217854	11,7152954	2,17850122	0,04695233
Variable X 1	0,08608361	0,04794865	1,79532922	0,09421139

Valor crítico de F  
0,09421139

Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
0,39497571	50,648595	0,39497571	50,648595
0,01675601	0,18892324	0,01675601	0,18892324

#### Anexo No. 8. Fecha de entrada y salida de los pastoreos (entrada en el bloque 1 y salida del bloque 4)

Pastoreo 1: 11/06/2012 al 13/07/2012

Pastoreo 2: 29/07/2012 al 27/08/2012

Pastoreo 3: 27/08/2012 al 01/10/2012

Pastoreo 4: 01/10/2012 al 24/10/2012