

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN ESTIVO-OTOÑAL DE CUATRO MEZCLAS FORRAJERAS**

**por**

**Sebastián BIANCHI FOMICHOV**

**Alfonso DÍAZ CAT**

**Martín MUSACCO MOLLA**

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

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2012**

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 30 de Abril de 2012

Autores:

\_\_\_\_\_

Sebastián Bianchi Fomichov

\_\_\_\_\_

Alfonso Díaz Cat

\_\_\_\_\_

Martín Musacco Molla

## AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, novias y amigos por el apoyo incondicional en todos los momentos de la carrera.

A nuestros directores de tesis, Ramiro Zanoniani y Pablo Boggiano, por habernos orientado en cada etapa del trabajo y manifestar una gran disposición en todo momento.

Al Sr. Colombino, por colaborar en la etapa de campo del trabajo, demostrando gran interés.

Al personal del laboratorio de forrajeras de la EEMAC, por su excelente disposición.

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

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	4
2.1 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS.....	4
2.1.1 <u>Trifolium repens</u> .....	4
2.1.2 <u>Lotus corniculatus</u> .....	6
2.1.3 <u>Medicago sativa</u> .....	8
2.1.4 <u>Dactylis glomerata</u> .....	13
2.1.5 <u>Festuca arundinacea</u> .....	15
2.1.6 <u>Paspalum dilatatum</u> .....	18
2.1.7 <u>Paspalum notatum</u> .....	20
2.2 MEZCLAS FORRAJERAS .....	21
2.2.1 <u>Diferentes tipos de mezclas</u> .....	23
2.2.2 <u>Bases para constituir una mezcla</u> .....	26
2.2.2.1 Gramíneas perennes estivales .....	27
2.2.2.2 Gramíneas perennes invernales.....	28
2.2.2.3 Leguminosas .....	29
2.2.3 <u>Enmalezamiento</u> .....	31
2.2.4 <u>Bases para el manejo de plantas forrajeras</u> .....	34
	IV

2.2.5 <u>Factores que afectan al crecimiento</u> .....	35
2.2.5.1 Temperatura .....	35
2.2.5.2 Intensidad de la luz.....	36
2.2.5.3 Nutrición mineral .....	37
2.2.6 <u>Puntos de crecimiento</u> .....	37
2.2.7 <u>Área foliar</u> .....	38
2.2.8 <u>Manejo de pastoreo</u> .....	41
2.2.8.1 Frecuencia .....	45
2.2.8.2 Intensidad .....	47
2.2.9 <u>Oferta de forraje</u> .....	49
2.3 PRODUCCION DE CARNE EN VERANO.....	53
<u>3. MATERIALES Y METODOS</u> .....	56
3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES .....	56
3.1.1 <u>Lugar y período experimental</u> .....	56
3.1.2 <u>Información meteorológica</u> .....	56
3.1.3 <u>Descripción del sitio experimental</u> .....	56
3.1.4 <u>Antecedentes del área experimental</u> .....	57
3.1.5 <u>Tratamientos</u> .....	57
3.1.6 <u>Diseño experimental</u> .....	58
3.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL .....	59
3.2.1 <u>Variables determinadas</u> .....	60
3.2.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca .....	60
3.2.1.2 Altura del disponible y del remanente .....	61
3.2.1.3 Materia seca desaparecida .....	62
3.2.1.4 Porcentaje de utilización .....	62
3.2.1.5 Composición botánica.....	62
3.2.1.6 Peso de los animales.....	62

3.2.1.7 Ganancia de peso diaria .....	63
3.2.1.8 Asignación de forraje .....	63
3.2.1.9 Producción de carne .....	63
3.3 HIPOTESIS .....	63
3.3.1 <u>Hipótesis biológica</u> .....	63
3.3.2 <u>Hipótesis estadística</u> .....	64
3.4 ANALISIS ESTADISTICO .....	64
3.4.1 <u>Modelo estadístico</u> .....	64
<u>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	65
4.1 DATOS METEOROLOGICOS.....	65
4.2 COMPOSICION BOTANICA.....	67
4.2.1 <u>Composición botánica de cada bloque según tratamiento</u> .....	70
4.3 FORRAJE DISPONIBLE .....	73
4.4 FORRAJE REMANENTE .....	75
4.5 PORCENTAJE DE UTILIZACION .....	78
4.6 PRODUCCION DE FORRAJE .....	78
4.7 TASA DE CRECIMIENTO .....	80
4.8 PRODUCCION ANIMAL.....	83
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	89
6. <u>RESUMEN</u> .....	90
7. <u>SUMMARY</u> .....	92
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	94
9. <u>ANEXOS</u> .....	102

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Altura del disponible según tratamiento.....	74
2. Altura de remanente según tratamiento.....	77
3. Porcentaje de utilización según tratamiento.....	78
4. Tasa de crecimiento promedio.....	81
5. Pesos iniciales y finales según tratamiento.....	84
Figura No.	
1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	59
2. Precipitaciones para el periodo experimental e histórico (1971-1995).....	65
3. Temperatura para el periodo experimental e histórico (1971-1995).....	66
4. Temperaturas mínimas y máximas durante el período experimental.....	67
5. Proporción del componente gramínea, leguminosa y maleza en las mezclas.....	68

6. Composición botánica del forraje disponible del tratamiento 1, según fecha y bloque.....	71
7. Composición botánica del forraje disponible del tratamiento 2, según bloque.....	72
8. Disponibilidad promedio de forraje.....	74
9. Remanente promedio de forraje .....	76
10. Producción de materia seca y contribución del componente gramínea, leguminosa y maleza de las mezclas.....	79
11. Composición en proporción del componente gramínea, leguminosa y maleza en las mezclas.....	80
12. Tasa de crecimiento del tratamiento 1 según fecha y bloque.....	81
13. Tasa de crecimiento del tratamiento 2 según fecha y bloque.....	82
14. Ganancia diaria en Kg según Oferta de forraje, según tratamiento.....	85
15. Producción de carne según tratamiento.....	87

## 1. INTRODUCCION

En el Uruguay se encuentran diferentes alternativas en la producción de forraje, desde las más extensivas tales como pasturas naturales y pasturas naturales con mejoramientos, hasta las más intensivas como pasturas implantadas o verdeos. En las pasturas implantadas existen tres variantes: mezclas forrajeras, gramíneas con nitrógeno y leguminosas puras (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Las pasturas cultivadas suponen la destrucción total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas. Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explotando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias (Carámbula, 2010).

Los cultivares forrajeros son evaluados permanentemente para contrastarlos con nuevas entradas y conocer su variación entre años; para las mezclas forrajeras es aplicable el mismo criterio. La interacción entre las especies componentes de las mismas refuerza la necesidad de mantener un esquema de evaluación continuado y bajo diferentes condiciones de manejo, a los efectos de mejorar la información disponible para la producción ganadera. No obstante, una mejora en el nivel de producción de forraje debe ser acompañada de estrategias en la cosecha de la misma (pastoreo o corte), que permitan mantener a la pastura creciendo a tasas que posibilitan dicho objetivo. La frecuencia y la intensidad de defoliación constituyen entonces una medida de manejo que asociada a las características genéticas de las especies combinadas, determina el resultado productivo (Moliterno, 1998).

Para obtener altos rendimientos de materia seca de elevado valor nutritivo durante varios años distribuido a lo largo del año en forma uniforme, es necesario implementar el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias. También es necesario que estén formadas por gramíneas y leguminosas ya que ni las gramíneas solas, ni las leguminosas puras proveen una buena pastura (Carámbula, 2010).

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

En las plantas, durante el año, se producen una serie de cambios morfofisiológicos, y en sus poblaciones un conjunto de modificaciones que incluyen variaciones en la composición botánica y en la estructura del tapiz, las cuales afectan la cantidad de forraje y su calidad. Desde el punto de vista agronómico, 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. La falta de persistencia de las pasturas se presenta como un serio problema en los países del Cono Sur, así como también en gran parte del mundo (Carámbula, 2007).

El objetivo general del presente trabajo es evaluar la producción de forraje, la composición botánica y la producción animal de cuatro mezclas forrajeras de segundo año, una compuesta por *Dactylis glomerata* cv. INIA

Perseo, y *Medicago sativa* cv Chana, otra compuesta por *Festuca arundinacea* cv Tacuabé, *Trifolium repens* cv Zapicán y *Lotus Corniculatus* cv San Gabriel. Las siguientes dos mezclas están compuestas por las tres variedades de la mezcla anterior (*Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus Corniculatus*), pero se le agrega a una *Paspalum notatum* cv Pensacola bahía grass y a la otra *Paspalum dilatatum*.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 CARACTERISTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LAS MEZCLAS

#### 2.1.1 Trifolium repens

Es una leguminosa glabra, con muchos estolones extendiéndose por el suelo y con raíces adventicias en cada nudo de los estolones (Smethan, 1981a), de ciclo invernal, pero su mayor producción se registra en primavera. Tiene un sistema radicular primario pivotante pero este se pierde una vez que se establece la planta. En Uruguay, el trébol blanco utilizado es de hoja intermedia, floración temprana y abundante semillazón. Lo que es más, la producción de los materiales más usados en el país es muy buena en los primeros años pero se vuelve errática su persistencia a medida que envejece la pastura (García y Rebuffo, 1997).

El trébol blanco presenta formas morfológicamente variables como tamaño de planta, persistencia y cantidad de raíces adventicias. Gracias a estas características es que se llevó a clasificar al trébol blanco en tres tipos agronómicos: pequeño, intermedio y grande (Flores et al., 2004).

El grupo de hojas pequeñas se caracteriza por ser el que más tolera al pastoreo intenso, tiene hojas y flores pequeñas, es muy postrado, estolones grandes y ciclo de producción corto y bajo rendimiento. Los intermedios se caracterizan por tener hojas grandes y chicas a la vez y en este grupo se pueden encontrar los cultivares Bagé, Grassland Pitau y Zapicán. El grupo del tipo de hojas grande se caracterizan por estolones gruesos, con hojas y flores grandes (Flores et al., 2004).

Por su alta producción de forraje de excelente calidad, su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez de cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo (Carámbula, 2010).

El trébol blanco es usado en zonas donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante. Adaptándose de esta manera a suelos fértiles y húmedos y medianos a pesados, no tolerando suelos superficiales. De lo contrario sufre la falta de agua y muchas plantas pueden morir en el verano. Además, presenta bajo vigor inicial y establecimiento lento, y no tolera la sombra (Smethan, 1981a).

Si bien no crece en forma adecuada en suelos pobres, muy ácidos o arenosos, produce buenos rendimientos en la mayoría de los suelos siempre que tenga suficiente humedad y cantidad adecuada de fósforo. Prospera en suelos fértiles, de texturas fértiles y pesadas requiriendo buena fertilidad, especialmente indicado para el mejoramiento de bajos (Formoso et al., 1991). En suelos arenosos será necesario elevar el nivel de fertilidad previo a la implantación de esta especie (Carámbula, 2010).

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

El cultivar de *Trifolium repens* utilizado en el experimento fue Zapicán. Presenta una muy buena producción de forraje desde otoño hasta mediados de la primavera con un importante aporte en el invierno, además de presentar una muy buena sanidad (Díaz et al., 1996).

Según Castro (2011), la producción de forraje anual y acumulada es de 7359, 11900 y 19217 kg/ha MS en su 1º y 2º año respectivamente y en el acumulado.

### 2.1.2 Lotus corniculatus

El *Lotus corniculatus* es una leguminosa perenne estival que presenta características tales como amplio rango de adaptación a variadas condiciones de suelos con buenas producciones de forraje, ausencia de riesgo de meteorismo, menores requerimientos de fósforo en relación a trébol blanco y rojo para obtener altas producciones de forraje y buen valor nutritivo durante la estación de crecimiento que justifican su uso actual en Uruguay (Carlevaro y Carrizo, 2004).

Posee una raíz pivotante muy ramificada que lo convierte en el más resistente a sequías en comparación con el resto de los lotus perennes. Su sistema radicular es menos profundo que el de la alfalfa pero más profundo que el del trébol rojo (Smethan, 1981a).

Se adapta a una amplia gama de suelos en los que pueda desarrollar su sistema radicular siendo poco beneficiado en suelos superficiales, y comportándose muy bien en suelos arenosos profundos y pesados hasta ácidos, desgastados y pobres en fosforo. Sin embargo, Aldrich, citado por Smethan (1981a), sostiene que si bien se comporta bien es un amplio rango de acidez, crece mejor cuando el pH se varía entre 6,4 y 6,6. En suelos hidromórficos hay diferentes opiniones sobre su adaptabilidad ya que para algunos es buena (Formoso et al., 1991) mientras que para otros su producción es baja cuando se dan condiciones de drenaje imperfecto (Smethan, citado por

Zanoniani y Ducamp, 2004). De todas formas es esperable que en condiciones de drenaje imperfecto la persistencia del *Lotus corniculatus* sea baja por la mayor ocurrencia de enfermedades de raíz y corona a las que esta especie es especialmente susceptible (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Tiene como característica fundamental el alargamiento de los entrenudos formando un tallo erecto. Esto determina que a la altura del corte se encuentren los meristemas apicales y axilares así como los foliolos y hojas más nuevas. Estas estructuras son las que están más susceptibles al pastoreo haciendo que la mayoría de las veces el área foliar remanente sea nula o de baja capacidad fotosintética siendo por lo tanto el rebrote dependiente de las reservas acumuladas en la corona (Zanoniani y Ducamp, 2004).

El lotus presenta una tasa máxima de crecimiento en el otoño del segundo año pero la las diferencias entre las tasas a distintas edades no son tan grandes como para otras leguminosas (Díaz et al., 1996). En el segundo año se expresa la estacionalidad característica del lotus sin limitaciones por implantación (1er año) y sin limitaciones por persistencia (3er y 4to año) (Díaz et al., 1996).

Es fundamental para esta especie no manejar pastoreos muy intensos ni muy frecuentes ya que esto comprometería la producción. Pastoreos distanciados en el tiempo con altura de entrada de 20 cm y no muy intensos con remantes de 6 cm aproximadamente serían los más indicados para tener un buen comportamiento productivo (Formoso, 1995). Defoliaciones intensas de verano y otoño reducen su persistencia (Díaz et al., 1996). Esto se debe a que, a diferencia de la alfalfa en donde los brotes aparecen de las yemas de corona o de los nudos basales de los tallos de remanentes, en el lotus el rebrote se da en las yemas axilares que se sitúan en posición elevada en los tallos. Tal es la

importancia de esto que si se hacen pastoreos muy intensos se eliminan las estructuras que promoverán el rebrote comprometiendo así la productividad de la pastura (Smethan, 1981a).

La producción se concentra principalmente en las estaciones primavera-estivo-otoñal en donde se aprecia que si bien no tiene latencia invernal, su producción decae mucho en esta estación. El período invernal es el de menor potencial de producción de forraje explicado parcialmente por la ocurrencia de temperaturas infra óptimas para la fotosíntesis neta (Formoso, 1993). En datos presentados por Formoso (1993) la máxima tasa de producción se registró para una primavera de 2do año que fue 74,4 kg de MS/ha/día, en tanto la mínima fue de 1,2 kg de MS/ha/día durante el invierno del año de la implantación.

El cultivar utilizado fue el San Gabriel que se caracteriza por presentar una producción continua de forraje durante todo el año. Tiene buenos rendimientos en invierno y primavera temprana. Según Castro (2011) el cultivar San Gabriel produce 2319 kg de MS/ha en el primer año (2008) y 12639 kg de MS/ha en el segundo (2009) pero muestra datos de producción menores que el cultivar INIA Draco. Se destaca el hecho que no existen diferencias entre cultivares producción cuando se utiliza en mejoramientos extensivos (Zanoniani y Ducamp, 2004).

### 2.1.3 Medicago sativa

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

La utilización de la alfalfa en mezclas forrajeras, especialmente con gramíneas como cebadilla, dactylis y festuca es una tecnología ampliamente aceptada y difundida entre los productores argentinos. Sin embargo, en Uruguay, su uso empezó a incrementarse recién hace 5 años en predios lecheros, sembrándose generalmente pura en el resto de los predios (Formoso, 2000)

Tiene alto potencial productivo, provee excelente calidad nutricional y persiste por varios años si se la maneja adecuadamente. Además, su resistencia a la sequía le permite suministrar forraje durante el verano (Rebuffo, 2005).

Posee una raíz pivotante que puede alcanzar hasta los 10 metros de profundidad y de esta manera llegar al agua en las capas más profundas. Entre los 30 y 60 cm tiene una cabellera de raíces que le permite extraer los nutrientes (Carámbula, 1977).

El suelo debe ser profundo (no menos de 80 cm) para tener una buena retención de agua y permitir que la profundización de las raíces que la alfalfa puede hacer le permita expresar la excelente resistencia a la sequía que posee. Requiere de suelos bien drenados, ya que de no ser así se promueven enfermedades y mala oxigenación de raíces que repercuten en la muerte de plantas y en la disminución del rendimiento de forraje (Cangiano, 2001). La especie no prospera bien si se encuentra algún impedimento del perfil que puede limitar su desarrollo y éstos impedimentos pueden ser mecánicos, como toscas u horizontes densos, físicos como falta de aeración o excesos de humedad o químicos como acidez o alcalinidad elevada (Cornacchione, 2003).

La corona es una región compleja que es la principal fuente de reservas para la regeneración una vez que la planta ha sido pastoreada. En general,

existe una secuencia rítmica en la actividad de las yemas en donde el crecimiento de los nuevos tallos comienza en la base de la planta cuando el cultivo ha alcanzado un cierto grado de madurez que coincide con la aparición de flores jóvenes (Langer, 1981).

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

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

Sin embargo, Cornacchione (2003) sostiene que la energía necesaria para iniciar el crecimiento proviene de las reservas acumuladas en las raíces y en menor proporción de la corona pero coincide en el concepto que el conocimiento de la evolución de del nivel de reservas, ya sea en raíz como en corona, son la base para comprender la respuesta de la planta a los manejos que es sometida.

Después de cada pastoreo se inicia el nuevo crecimiento desde los rebrotes basales, movilizandoo las reservas de energía almacenadas en las

raíces y corona. Este proceso continúa hasta que el nuevo crecimiento alcanza 15 a 20 centímetros (momento en el que se da el mínimo de reservas en las plantas). En este punto el crecimiento de los tallos y hojas producen suficiente energía para continuar con el crecimiento y comenzar nuevamente el almacenaje de reservas. La siguiente defoliación se deberá hacer cuando las reservas de la raíz y corona hayan alcanzado su máxima acumulación. El desarrollo del rebrote basal es un muy buen indicador de este momento, especialmente cuando no se está en época de floración. En plena primavera y verano, la aparición de botones florales es un claro indicador para iniciar el pastoreo (Rebuffo, 2005).

Para entrar a pastorear, Cornacchione (2003) sostiene que el mejor momento es aquel que permita obtener una cantidad importante de materia seca con alto valor nutritivo y este momento se socia a la aparición de flores o brotes en la corona. Cualquiera de estas manifestaciones indica que la planta ha logrado recuperar las reservas utilizadas previamente el nuevo crecimiento.

De esta forma, la actividad de las yemas define como es que se deben manejar los pastoreos en la alfalfa, siempre respetando las alturas de entrada y salida, haciéndolas coincidir con la actividad de las yemas basales. El rebrote a partir de las yemas de la corona solo se podrá efectuar mediante un manejo apropiado del cultivo que le permita a las plantas completar la formación de nuevas yemas de la corona (Nelson y Smith, citados por Carámbula, 1977). Según Formoso (2000), una vez realizada la defoliación, la alfalfa rebrota y forma nuevos tallos a partir de las yemas basales de la corona y/o desde las yemas axilares que quedaron en los nudos de los tallos.

Por otra parte, en pastoreos poco intensos o demasiado frecuentes, inadecuados para la alfalfa, el rebrote axilar adquiere más importancia agronómica. Esto también implicaría la depresión de la producción de forraje total además del deterioro del vigor de las plantas y finalmente alfalfares de menor persistencia (Formoso, 2000).

El nivel de reservas y el peso de la raíz son elementos muy influenciados por el manejo del pastoreo. Pastoreos frecuentes determinan una disminución del nivel de reservas y peso de las raíces, incrementando cuanto más frecuentes se hagan los pastoreos. Esto concluye con menores capacidades de crecimiento, menor producción de forraje y rebrotes más lentos (Formoso, 2000).

El cultivar utilizado para este experimento fue Chaná que presenta como principales características plantas de porte erecto, floración intermedia, latencia invernal extremadamente corta y ofrece entre el 18-20% del forraje en otoño-invierno. Periodo de crecimiento va desde marzo a mayo, con tasas de crecimiento muy elevadas desde setiembre (García y Rebuffo, 1997). Se destaca por su muy buena producción durante todo su ciclo de producción pudiendo producir hasta el 50% del forraje total en verano. Además tiene una muy buena recuperación después de los cortes permitiendo hasta 6 cortes por año (Formoso et al., 1991). Aun cuando se muestra susceptible a algunas podredumbres de raíz en el año de la implantación, su excelente precocidad y vigor de plántulas determinan un alto rendimiento en el primer año, especialmente en siembras de otoño tempranas (Rebuffo, 2000).

Según la Evaluación Nacional de Cultivares la producción total del primer año de vida es de 8672 kg de materia seca/ha, en el segundo año es de 13661 kg MS/ha y en el tercer año es de 10358 kg MS/ha. Los datos brindados

de la producción del primer y segundo año son un promedio de cinco años que van desde el 1993 al 1998, y los datos del tercer año son un promedio tres años que va del 1993 al 1995.

#### 2.1.4 *Dactylis glomerata*

Esta especie es una gramínea perenne invernal, cespitosa con macollos achatados intravaginales, con lígula blanca, sin aurículas, cuyas hojas y vainas son glabras, que no forma ni estolones ni rizomas y se caracteriza por formar matas individuales bien definidas (García 1995, Carámbula 2010). Las hojas son de color apagado o verde azulado, presenta una nervadura central prominente (Langer, 1981).

Según García (1995), se adapta bien a una gran variedad de suelos y diferentes texturas, desde pesadas hasta arenosas, aunque su mejor performance se da en suelos de texturas medias. Crece bien en suelos livianos de fertilidad media, pero se desarrolla mejor en suelos francos de buena fertilidad. Resiste bastante bien a la acidez y se destaca por su tolerancia a la sombra, lo cual permitiría desarrollarse bien en siembras asociadas.

Henning y Risner (1993) comentan que el dactylis soporta bien el invierno y el exceso hídrico, pero que lo hace en menor medida si se lo compara con festuca.

El crecimiento inicial es más vigoroso que el de la festuca, pero ligeramente menor que el del raigrás perenne, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que favorece una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca y falaris en el año de siembra.

Sin embargo, esto cambia en los siguientes años (Bautes y Zarza, citados por Carámbula, 2010).

El dactylis, manejado adecuadamente puede ser un componente valioso de una pastura mixta. Henning y Risner (1993) dicen que se adapta muy bien a la siembra en mezclas con leguminosas como la alfalfa, trébol rojo y trébol blanco. Sus principales problemas son su establecimiento relativamente lento, sensibilidad al pastoreo intenso y el pisoteo de animales (Langer, 1981).

El dactylis, debido a su hábito de crecimiento, requiere un manejo rotativo para expresar su potencial. Resultados obtenidos al aplicar dos manejos durante tres años determinaron que el manejo normal (aquel que permite un crecimiento hasta 20 centímetros) permitió obtener 23% más de forraje por año que el manejo frecuente (aquel que permite un crecimiento hasta 10–12 centímetros). Sin embargo, al cuarto año no existieron diferencias en el stand de plantas, lo que quiere decir que los manejos aplicados afectaron la productividad pero no tanto la persistencia. Esto demuestra una buena plasticidad al manejo, volviéndose más postrado ante pastoreos más frecuentes (García, 1995).

Según Henning y Risner (1993), cuando se le hace un manejo rotativo, la relación hoja-tallo aumenta más que en festuca. Además sostiene que animales pastoreando dactylis tienen un mayor consumo y por lo tanto un mejor desempeño. Las ganancias diarias en un estudio realizado en Missouri con novillos de 1 año pastoreando en dactylis y otro lote pastoreando en festuca fueron de 0.79 kg y 0.53 kg/animal/día respectivamente.

Una de las características que tiene el dactylis como especie es que, de las gramíneas templadas invernales, es la que está más adaptada a temperaturas relativamente elevadas, encontrando su óptimo de crecimiento en

torno a los 25°C. Esto le permite competir bien frente al *Cynodon dactylon* y al enmalezamiento estival agresivo (García, 1995).

En cuanto al comportamiento en particular del cultivar INIA Perseo se puede decir que si bien el dactylis es de floración tardía con respecto a la festuca, este cultivar presenta la floración más temprana de los cultivares evaluados por INIA para la especie. Además tiene un buen comportamiento frente a roya de la hoja causada por *Puccinia sp* y frente a las manchas foliares causadas por *Colletotrichum graminícola*, presentándose en ambos casos como moderadamente resistente. En lo que se refiere a la producción de forraje, INIA Perseo se encuentra muy poco por debajo del cultivar INIA Oberón con producciones de 4800kg de MS el primer año, 10300 kg de MS el segundo año y 9000 kg de MS el tercer año logrando así una producción acumulada aproximada en los 3 años de 24100 kg de MS (Castro, 2011).

#### 2.1.5 Festuca arundinacea

Es una especie perenne de ciclo invernal, cespitosa a rizomatosa (rizomas muy cortos). Se adapta a un amplio rango de suelos aunque prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos. Crece bien en lugares húmedos y presenta a la vez buena resistencia a la sequía. La festuca se establece con lentitud y por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies (Langer, 1981).

Tiene un rápido rebrote de fines de invierno visto que a fines de julio tiene más del 50% de los macollos diferenciados y vigorosos, llegando esto casi al 100% a fines de agosto. A mediados de setiembre los tallos se elevan 3cm y entre el 10 de setiembre y el 14 de octubre se registran las tasas máximas de alargamiento de los entrenudos (Formoso, 1995). Por estas razones es que se la caracteriza como una gramínea de floración temprana (setiembre, octubre).

Existen materiales sin y con corto reposo estival, pero requiere manejo cuidadoso en verano. Durante el estado reproductivo posee baja palatabilidad y buena producción de semillas bajo suelos de buena fertilidad. Es compatible con leguminosas agresivas pero tiene lento establecimiento, por lo tanto alta susceptibilidad a la competencia en la etapa de plántula cuya consecuencia es una baja producción en el primer año. Presenta muy buena persistencia a pesar de no presentar resiembra natural (Langer 1981, Carámbula 2010).

Un aspecto fundamental que se debe cubrir sin excepciones y que determina el éxito o el fracaso de esta especie como componente de las pasturas sembradas, es aplicar el manejo acertado tanto de fertilización como de defoliación. Debido a su alta producción y rápido rebrote, esta especie necesita disponer de muy buena fertilidad, si se quieren aprovechar sus características más sobresalientes. Por ello, la festuca necesita un suministro de nitrógeno importante, ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o mediante siembra de leguminosas asociadas. En este sentido, sus hojas relativamente erectas le permiten coexistir con las leguminosas, formando en especial con trébol blanco una mezcla muy valiosa. Cuando la festuca no contiene una discreta disponibilidad de nitrógeno, cambia radicalmente su comportamiento, se torna amarillenta, rebrota lentamente y su forraje es poco apetecido o rechazado por los animales (Carámbula, 2004).

Lo que es más, en agosto, la festuca alcanza la máxima población de macollas de toda la estación de crecimiento, previo al alargamiento de los entrenudos. Esto implica que la producción de forraje en la etapa vegetativa se dé principalmente por la capacidad de formar nuevos macollos en un determinado ambiente (Formoso, 2010).

En cuanto a la defoliación, admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes, no solo porque las sustancias de reserva se encuentran en las raíces y rizomas cortos que forman la corona de las plantas, sino también porque por lo general, presentan áreas foliares remanentes altas luego de los pastoreos. Pero periodos prolongados de pastoreo intenso pueden llegar a ser desfavorables para el crecimiento de la festuca. Por su falta de latencia estival y carencia de órganos para acumular grandes volúmenes de reserva, puede peligrar su persistencia bajo pastoreos intensos y prolongados (Carámbula, 2010).

Según Formoso (2010), la disminución del número de macollas vivas en verano sumado al hecho de que en verano se encuentra solo la cuarta parte de las macollas vivas que se encontraban en agosto, es lo que define al verano como periodo de alta susceptibilidad y fragilidad para la festuca. Archer, Berry y Hoveland, citados por Formoso (2010), acerca de esto sostienen que, para sistemas de Norte América con festuca Kentucky 31, no habría que pastorear en verano para maximizar la producción otoño invernal de la especie.

Muchas veces la festuca inicia el macollaje en febrero, frecuente en el norte, evento que se explica por las condiciones ambientales. También hay que tener en cuenta que tanto la formación de macollas en otoño como el vigor de las mismas está condicionado por el manejo que se le hizo a la pastura en las estaciones previas (Formoso, 2010).

Por lo tanto, se puede decir que en otoño se encuentran las tasas más altas de producción de macollos, que alcanza el máximo número de tallos por unidad de superficie en agosto. Que las macollas formadas temprano en el otoño serán las que expliquen en mayor grado las inflorescencias en octubre. Por último, en febrero se registraron las menores poblaciones de macollas,

considerándolo un punto crítico desde el punto de vista del manejo y de alta fragilidad si se lo mira en relación al sistema de producción (Formoso, 2010).

El cultivar usado fue INIA Tacuabé que tiene como principales características su porte semierecto, floración temprana de principios de octubre, que es muy macolladora con producción estival, ya que a diferencia de las de tipo continental no presenta semilatenencia estival. Produce bien en pastoreos rotativos y continuos y es fundamental no hacer pastoreos muy intensos en verano para no comprometer su persistencia (Formoso et al., 1991).

Éste cultivar tiene la característica de que es un cultivar sintético de INIA que buscaba mejorar 3 aspectos de las festucas comerciales que se usaban hasta ese momento. Estas características son: mejorar la producción otoño-invernal, mejorar la persistencia y su competitividad con el trébol blanco. Para lograr este objetivo se colectaron materiales de praderas muy viejas de todo el país, lo que le garantizó una muy alta adaptabilidad a los diferentes ambientes del país (Formoso, 2010).

Según Castro (2011) los resultados para *Festuca Tacuabé* en el primer año 2008 fue de 6037 kgMS/ha, en el segundo año la producción fue de 12255 kgMS/ha y el tercer año 10135 kgMS/ha en los años 2009 y 2010 respectivamente.

#### 2.1.6 *Paspalum dilatatum*

El *Paspalum dilatatum* es una gramínea nativa del Uruguay, Brasil, Argentina y Paraguay y países vecinos, perenne y de ciclo estival, de tipo reproductivo apomíctico, cuyo ciclo de producción comienza en octubre y termina en mayo cuando empiezan las heladas. Presenta tolerancia al invierno,

algo poco frecuente en gramíneas C4 según Speranza, citado por Rodriguez Etchichuri (2010). Sin embargo su producción solo se retarda si las heladas son moderadas.

Según García, citado por Carámbula (1977) el principal inconveniente que ha presentado esta especie para que se estableciera como una de las opciones de gramíneas perennes en los sistemas productivos del país, es que tiene un bajo porcentaje de semillas llenas lo que se asocia al bajo porcentaje de germinación. Demora en germinar varias semanas y su crecimiento inicial es bastante pobre.

Si bien *Paspalum dilatatum* ha sido motivo de esfuerzos de domesticación y mejoramiento, no se han podido resolver sus limitantes agronómicas, entre ellas la pobre producción de semilla (Michelini, 2010).

La variabilidad genética del dilatatum está explicada básicamente por los patrones de variabilidad y distribución geográfica de la especie, resultando en complejos apomícticos poliploides. Es por esto que se pueden encontrar citotipos alotetraploides, alopentaploides y alohexaploides apomícticos (Michelini, 2010).

Dado a que es de ciclo estival, su vigor y su productividad dependen mucho del régimen hídrico y disponibilidad de agua. Lo que es más, la calidad de la semilla medida como semillas viables por gramo, se reduce severamente si existen déficits hídricos severos (Coll, 1991).

Puede sembrarse tanto en primavera como en otoño, teniendo en cuenta que en las siembras de primavera temprana la germinación se realiza en condiciones muy apropiadas. Por el contrario, en siembras de otoño, por más que permite asociarlo con forrajeras de invierno, el *Paspalum dilatatum* demora

más en establecerse ya que las otras especies están en pleno crecimiento. Lo que es más, por lo general en condiciones favorables las matas adquieren vigor a los 4 meses si no sufrieron competencia (Carámbula, 1977).

Según Coll (1991) la siembra pura de *Paspalum dilatatum* es más segura y las fechas recomendadas van desde fines de setiembre hasta fines de octubre. Por otra parte, el mismo autor sostiene que en siembras asociadas con *Lotus sp* de otoño o primavera se pueden obtener buenos rendimientos.

La producción según Cicardi e Irazoqui (1982) es de 6000-9000 kg MS/ha/año y según Álvarez es de 4500-12000 kg MS/ha/año, citado por Pizarro (2000).

#### 2.1.7 *Paspalum notatum*

El *Paspalum notatum* es una gramínea perenne estival, nativa de Uruguay, Brasil, Argentina y Paraguay, que se caracteriza por ser rizomatosa y por formar forrajes muy densos pero produce menos que el *Paspalum dilatatum* (Burson y Watson, 1995).

En el sur de los Estados Unidos su uso se volvió muy popular por varias razones. Entre estas se pueden mencionar su capacidad de ser sembrada a través de semilla, su alta tolerancia a muchos tipos distintos de suelos que es superior a la del *dilatatum*, su alta capacidad de competir frente a la invasión de malezas, buena persistencia y medianamente buena producción de forraje en suelos de baja fertilidad y su buena tolerancia a defoliaciones muy intensas (Burson y Watson, 1995).

El *Paspalum notatum* por lo general se siembra en primavera, luego de las últimas heladas, no siendo recomendable las siembras de verano por

probables infestaciones de malezas. Tiene lento vigor inicial por lo que es recomendable también el control de malezas previo a la siembra para evitar competencias (Burson y Watson, 1995).

Para este experimento el cultivar utilizado fue Pensacola, un cultivar originario de Florida (USA) que se caracteriza por tener hojas y tallos largos y finos, además de ser más tolerante a las bajas temperaturas del invierno en comparación con los otros cultivares (Burson y Watson, 1995).

La producción según Cicardi e Irazoqui (1982) es de 6000-9000 kg MS/ha/año y según Álvarez, citado por Pizarro (2000), es de 4500-12000 kg MS/ha/año.

## 2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Carámbula (1977) dice que las mezclas forrajeras son pasturas mixtas que incluyen gramíneas y leguminosas y cuyo objetivo principal es obtener los máximos rendimientos en materia seca por hectárea de esas pasturas explotando de forma eficiente las bondades que aportan tanto gramíneas como leguminosas.

White (1981) dice que la productividad de una pastura está afectada por muchos factores, de los cuales la elección de las especies de la mezcla es un factor de especial cuidado. Según el autor, en Nueva Zelanda las dos especies más utilizadas son el trébol blanco y el raigrás, debido a que son muy compatibles ya que el trébol le suministra el nitrógeno al raigrás, haciendo que éste produzca más cuando está asociada a la leguminosa. Entre otras ventajas de esta mezcla se citan la forma en que se orientan las hojas características de intercepción de la luz, las diferentes capacidades de utilizar el espacio

horizontal y las diferencias que existen en cuanto a las épocas en que se dan las máximas tasas de crecimiento de las dos especies.

Para Montossi et al. (1996) las características de las pasturas como forraje disponible, estructura vertical y especies forrajeras, son los factores más importantes afectando la habilidad de los animales en pastoreo para cubrir sus requerimientos y no lo es tanto el control metabólico sobre el consumo.

Frente a esto, White (1981) sostiene que el objetivo de producción de la pastura define las especies que se utilizarán. No es lo mismo que es lo que se pretende engordar (ovinos o vacunos), la persistencia que se busca ya que se puede pretender una pastura muy longeva o de corta duración, si se quiere para heno o incluso para cosechar semilla.

Se entiende entonces que las gramíneas son parte fundamental de las mezclas ya que aportan adaptabilidad a varios suelos, persistencia, productividad sostenida, baja sensibilidad al pastoreo y corte, estabilidad en la pastura y explotación del nitrógeno simbiótico. Por otra parte las leguminosas también son importantes en especial en lo que refiere al aporte de nitrógeno simbiótico, promueven la longevidad de las pasturas y poseen alto valor nutritivo (Carámbula, 1977).

Es importante destacar que parte del objetivo de las mezclas forrajeras es la compensación del crecimiento de las diferentes especies frente a distintos factores climáticos, edáficos y de manejo para que de esta manera no solo se produzca de forma homogénea durante las estaciones sino que además se pueda mantener longeva la pastura.

Donald, citado por Fariña y Saravia (2010), sostiene que no existen evidencias de que las mezclas forrajeras alcancen mejores rendimientos que

cada uno de sus componentes puros. Sin embargo, Jones et al., Rhodes, Harris y Lazenby, citados por Fariña y Saravia (2010) defienden la teoría de que diferentes mezclas de especies forrajeras y/o cultivares deberían ser más eficientes en la utilización de los recursos ambientales disponibles.

En una evaluación realizada para *Lolium perenne* para distintos cultivares y manejados entre 2,5 y 10 cm de forraje remanente se encontraron producciones anuales de materia seca entre 9000 y 12000 kg/ha. La mayor producción fue dada por la mezcla compuesta por *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y Horizont frente al raigrás perenne puro, debida al aporte y al excelente comportamiento estival de *Lotus corniculatus* (Zanoniani et al., 2006).

Por otra parte, Formoso (2011), sostiene que la productividad de la alfalfa en pasturas en su cuarto verano se ve seriamente comprometida cuando se siembra con una gramínea perenne (festuca o dactylis). Datos presentados en este trabajo indican una disminución que llega a ser 3,5 veces el valor de la producción de la alfalfa pura en una situación de estrés térmico e hídrico. Según el autor, ésta disminución se explica por la porque la capacidad de crecimiento de la leguminosa disminuye considerablemente por la interferencia de la gramínea y ésta, por su parte, no contribuye con aportes al rendimiento de la pastura.

### 2.2.1 Diferentes tipos de mezclas

Es evidente que la productividad de una mezcla estará dada por el aporte de sus diferentes componentes y que en cierta medida se puede predecir cómo será el aporte de cada uno de sus componentes en las distintas estaciones, o condiciones de fertilización a las que se somete la pastura. Esto es fácil de determinar cuando la pastura es una mezcla ultra simple de 2

componentes, por ejemplo uno estival y otro invernal o cuando son pocos los componentes de las mezclas.

Sin embargo, cuando se pasa de una mezcla simple o ultra simple hacia una de mayor complejidad, es esperable que los comportamientos individuales de los componentes frente al pastoreo o fertilizaciones o clima no se den y que empiece a visualizarse un efecto de dominancia de ciertos componentes de la mezcla frente a otros menos agresivos o menos adaptados (Carámbula, 1977).

Las mezclas complejas fueron pensadas originalmente para alcanzar altos rendimientos y una distribución homogénea a lo largo del año. Sin embargo cuando se piensa en la producción a largo plazo, los factores ambientales hacen que existan diferencias en el crecimiento y desarrollo de las diferentes especies y que este no sea controlable mediante el manejo del pastoreo. En estos casos la producción estará dada por las especies que dominan la mezcla. Es por esto que es necesario comprender que los rendimientos estacionales y anuales están más asociados a las especies que forman la mezcla que a la composición de la misma (Carámbula, 1977).

En Nueva Zelanda, los primeros investigadores recomendaban siembras con un amplio número de especies con el fin de lograr una amplia adaptación al ambiente edáfico y climático. De esta forma se lograrían máximos crecimientos en diferentes momentos. Sin embargo, se demostró que en la práctica las mezclas complejas demostraban tener dificultades en su establecimiento y de manejo, tornándose casi imposible poder proveer las condiciones óptimas para cada una de las especies. Esto resultaba en la desaparición de ciertos componentes de la mezcla resultando finalmente en un tapiz que poco tenía que ver con lo que se esperaba (White, 1981).

Las mezclas simples o compuestas por pocas especies permiten ajustar las distintas tasas de crecimiento que presentan las especies en las distintas épocas del año. Siempre que el manejo sea apropiado y se siembren especies con características similares como sean porte, hábito de vida y hábito de crecimiento, se podrá lograr el máximo aprovechamiento. De no ser así, se corre el riesgo de que alguna de las especies desaparezca y que la pastura mezcla se convierta en un monocultivo sembrado a baja densidad y fácilmente invadido por malezas. Es por esta razón que es más fácil deteriorar una mezcla simple que una compleja (Carámbula, 1977).

Al buscar la complementariedad de las especies sembradas se busca que exista un cambio de dominancia a lo largo del año, de tal forma que unas especies que los ciclos se superpongan y que unas especies oferten forraje cuando las otras no lo hagan en su máximo potencial (Carámbula, 2010).

Santiñaque y Carámbula (1981) sostiene que hay dos puntos de vista con respecto al efecto de la complementariedad de las mezclas forrajeras. Por una parte, están los que sostienen que no hay evidencia experimental suficiente que avale la idea de que una combinación de especies pueda ser más productiva en un mismo ambiente que el monocultivo. En esa teoría se afirma que una pastura bi-específica tiene, por lo general, un comportamiento intermedio al de los cultivos puros.

Por otro lado, hay quienes sostienen que una combinación de especies forrajeras o variedades debería ser más eficiente en utilizar los recursos ambientales que el monocultivo. En cambio, una mezcla de especies tropicales y templadas en un ambiente que les permite el crecimiento de ambos grupos rindieron más que pasturas sembradas con una sola especie o variedad.

### 2.2.2 Bases para constituir una mezcla

La asociación de especies depende de muchos factores, donde los más importantes son: a) los costos de la semilla, b) riesgos de meteorismo, c) objetivo de duración de la mezcla, dos, tres o más años, d) requerimientos de cuidado en el manejo, e) precocidad en la entrega del forraje, f) potencial de producción en momentos específicos en que se requieren mayores entregas de forraje, o mayor producción anual, g) requerimientos de suelo de las especies (Formoso, 2006).

El uso de mezclas de gramíneas con leguminosas puede compensar las deficiencias individuales de las plantas. Para esto, las pasturas deben cumplir con determinados requisitos:

- La capacidad para crecer y persistir bajo las condiciones existentes de clima y suelo. Se toma en cuenta la tolerancia a plagas, enfermedades y tolerancia a estrés climáticos entre otras.
- La capacidad de tolerar el pastoreo y la capacidad de competir frente a otras especies. La tolerancia a la defoliación y al pisoteo también son características deseadas.
- La capacidad de producir un alto rendimiento de forraje de valor nutritivo satisfactorio durante la mayor parte del año (Thomas, 1989).

Pero un aspecto importante a tener en cuenta cuando se siembran juntas gramíneas y leguminosas es la probable existencia de efectos alelopáticos entre las mismas. Éstos efectos se pueden evitar sembrando en líneas alternas logrando además la obtención de mejores poblaciones (Formoso, 2011).

Las especies deben tener ciclos complementarios para poder ampliar el periodo de pastoreo y aportar a lo largo del año forraje. Esto es a veces más importante que lograr las máximas producciones de las especies de la mezcla. Es también importante que las especies de la mezcla tengan características morfológicas compatibles con el manejo que se les va a dar y de similar palatabilidad para evitar que en el pastoreo los animales seleccionen y de esa manera deteriorar la pastura (Carámbula, 1977).

#### 2.2.2.1 Gramíneas perennes estivales

Las gramíneas perennes estivales son de especial interés en la región debido a las altas tasas diarias de crecimiento en los meses más calurosos del año y por la capacidad de tolerar las temperaturas bajas de invierno.

Las gramíneas forrajeras tropicales y subtropicales (estivales) tienen una capacidad muy superior a las templadas (invernales) para producir materia seca ya que las estivales desarrollaron su potencial de crecimiento en condiciones de altas temperaturas (28-35°). Por otra parte, las gramíneas invernales se desarrollaron a temperaturas y niveles de radiación solar inferiores (Santiñaque y Carámbula, 1981).

En hábitats cálidos y áridos las gramíneas estivales compiten mejor que las invernales ya que las invernales presentan una menor eficiencia para la utilización del agua y los aumentos de temperatura determinan una disminución de la capacidad fotosintética (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Poseen un valor nutritivo menor que las gramíneas perennes invernales en lo que refiere a energía neta, proteína cruda y fósforo. Estas características afectan la producción animal ya que le bajan la digestibilidad al forraje. Sin

embargo, las gramíneas perennes estivales de bajo porte, estoloníferas o rizomatosas, generalmente son de mayor calidad, aunque sus rendimientos en materia seca sean menores. Este comportamiento de las gramíneas estivales se debe principalmente a las altas temperaturas en las que crecen, a los bajos niveles de nutrientes de los que normalmente disponen y a los rápidos cambios en el desarrollo (Carámbula, 2010).

#### 2.2.2.2 Gramíneas perennes invernales

Las gramíneas perennes invernales, ocupan un lugar muy importante en los sistemas de producción que buscan tener rotaciones largas. Esto se debe a que estas gramíneas aportan prolongada persistencia debido a su buena longevidad, siempre y cuando reciban el aporte de nitrógeno necesario (Carámbula, 2010).

Las características más relevantes para las gramíneas forrajeras son según Romero (1989), su alto rendimiento, alta persistencia y buena distribución. Sin embargo, las características que hacen a una gramínea mejor que a otra, varía de especie a especie, de localidad en localidad. Esto genera la necesidad de una adecuada caracterización agronómica.

En cuanto a la calidad forrajera de las gramíneas perennes, se debe decir que si valor nutritivo depende no solo de la especie sino que también del estado de crecimiento. La digestibilidad permanece alta hasta cerca de la emergencia de la espiga, como en todas las gramíneas, y comienza a decaer a partir de ese momento en forma rápida. Por lo tanto se puede asegurar que el factor más importante que afecta la calidad de forraje de las gramíneas es la etapa de crecimiento en la cual se encuentra al momento de ser cosechado (Carámbula, 2010).

Por ésta razón, el ritmo de elongación de las macollas constituye la variable que mejor permite orientar las estrategias de pastoreo para una pastura compuesta por estas gramíneas, especialmente cuando los objetivos que se pretenden alcanzar implican altos porcentajes de utilización, forraje de alta calidad con bajo contenido de tallos y mayores tasas de rebrote posteriores (Formoso, 1995).

Según Booyesen et al., citados por Stemple (1974), para poder realizar un estudio sobre los efectos de los diversos grados de defoliación, es necesario determinar previamente los siguientes puntos:

- 1) el momento en los que se elevan los puntos de crecimiento de los macollos y el periodo durante el cual son accesibles por los animales para pastorear
- 2) la relación entre los macollos vegetativos y los reproductivos, que en las gramíneas es muy variable
- 3) la capacidad de las especies en producir macollos laterales ya que éstos pueden formar raíces y nudos que serán menos afectados por el pastoreo

Estos puntos se aplican tanto a gramíneas invernales como a estivales.

#### 2.2.2.3 Leguminosas

Las leguminosas, son importantes en un sistema de producción por dos grandes motivos básicamente. El primero, el aporte de nitrógeno por fijación simbiótica que aporta al sistema, en especial a aquellos sistemas que no aportan nitrógeno a las praderas en mayor grado. En segundo lugar, las

leguminosas tienen algunas ventajas sobre las gramíneas en lo que se refiere a la alimentación de los rumiantes (Smethan, 1981a).

Las leguminosas se diferencian de otras especies forrajeras, fundamentalmente por la relación simbiótica que tienen con las bacterias del género *Rhizobium*, que viven en las raíces y dan origen a la formación de nódulos (Stemple, 1974). De esta forma fijan el nitrógeno atmosférico dejándolo inmediatamente disponible para el crecimiento de la planta. Luego se hará disponible para las gramíneas que estén en la mezcla forrajera a través de los excrementos de los animales que pastorean en esa pastura o a través de la muerte y descomposición de las raíces de las leguminosas que componen la mezcla (Stemple 1974, Smethan 1981a).

La relación simbiótica entre bacterias y leguminosas es un fenómeno muy importante para la producción de forraje en los sistemas pastoriles (Norris, citado por Stemple, 1974). Si bien en la atmósfera el nitrógeno libre es inagotable, en el suelo los compuestos nitrogenados son por lo general el principal factor limitante para el crecimiento de las plantas. Esto no solo limita el crecimiento de las plantas sino que también hace que disminuya el porcentaje de proteína en la materia seca (Stemple, 1974).

En cuanto a la calidad forrajera, las leguminosas contienen menos fibra que las gramíneas y una mayor relación de carbohidratos solubles e insolubles. También tienen mayor contenido de proteína que las gramíneas y aproximadamente el doble de minerales, especialmente magnesio y calcio, muchas veces involucrados en disturbios metabólicos de animales en pastoreo (Smethan, 1981a).

Según Carámbula (2010) se puede afirmar que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas sobre las gramíneas es causa de una menor

concentración de las paredes celulares, una mayor densidad del líquido ruminal, una digestión más rápida y por lo tanto un menor tiempo de retención de la ingesta, lo que lleva a un mayor consumo.

Las leguminosas se pueden usar tanto como monocultivos o en mezclas forrajeras con gramíneas. En el primer caso, se aprovecha estratégicamente la pastura para complementar los requerimientos de las distintas categorías ya que el cultivo será usado como banco de proteínas en el sistema. Sin embargo, de esta forma no solo se desaprovecha el nitrógeno que fue aportado de forma económica por la fijación biológica sino que también se corren grandes riesgos de que a medida de que avanza la edad de la pastura avance también la infestación por malezas.

En el caso de usar las leguminosas en pasturas mezclas con gramíneas de ciclos complementarios se podrá observar como la entrega de forraje será más prolongada y de mayor calidad, promoviendo la estabilidad de la pastura. Esto iría en detrimento de la producción individual de la o las leguminosas utilizadas en la mezcla en caso de ser sembradas puras (Carámbula, 2010)

### 2.2.3 Enmalezamiento

Uno de los factores más importantes a tener en cuenta y que determina la longevidad de las pasturas es el grado de enmalezamiento que se encuentra en especial durante el primer año de la pastura. Esto no solo afecta la capacidad productiva de la mezcla forrajera si no que dificulta también su manejo y compromete su estabilidad.

Giménez et al. (1992) definen a las plantas competidoras como aquellas especies herbáceas capaces de ocupar grandes áreas, excluyendo a otras

especies. Se caracterizan por capturar eficientemente los recursos abióticos en ambientes productivos y relativamente imperturbados.

Se define como plantas ruderales a las especies herbáceas anuales o perennes de vida corta que se pueden encontrar en hábitats productivos y perturbados. Se caracterizan por sus ciclos cortos, rápido establecimiento y crecimiento (Giménez et al., 1992).

Las malezas anuales se caracterizan por el esfuerzo reproductivo que realizan al final de su ciclo lo que constituye parte de la estrategia para perpetuar la especie. Otra característica es que muchas especies de malezas tienen la capacidad de distribuir en el tiempo la germinación de semillas enterradas, permaneciendo otras sin germinar pero viables (Giménez et al., 1992).

El grado de enmalezamiento de las pasturas será mayor cuanto menos vigor inicial tengan las pasturas sembradas. Así también está influido por el régimen hídrico en el verano, el periodo de reposo de las especies sembradas y el menor porcentaje de gramíneas en la mezcla (Carámbula, 2007). La fertilización de las pasturas también resulta ser un factor promotor de las malezas que son mejores competidoras que las especies sembradas en nuestro país.

La facilidad con la que una comunidad de especies se deja invadir por malezas depende del régimen de remoción de la pastura y del suelo, clima, nivel de estrés a condiciones ambientales, competidores, tipo de ecosistema, aporte desde áreas vecinas o desde el banco de semillas del suelo, entre otras razones (Saldaín, 2007).

Santiñaque, citado por Carámbula (2007) dice que mezclas con especies anuales y de ciclo similar serán las que más se enmalecen mientras que aquellas mezclas forrajeras perennes formadas por varias especies de ciclos y hábitos complementarios serán las que mejor se comporten frente al enmalezamiento. Por lo tanto, la velocidad y la intensidad con la que se produce la infestación con malezas dependen de la mezcla sembrada y de las características de las especies.

Según Ríos (2007), la siembra mezclas forrajeras con gramíneas perennes como el dactylis o la festuca presentan una serie de ventajas frente a un futuro enmalezamiento. Entre estas ventajas se destaca la interferencia que ejercen las gramíneas durante la emergencia y el crecimiento de las malezas latifoliadas al ocupar los espacios que, debido al crecimiento más lento de las leguminosas, se genera una vez sembrada la chacra.

Ceriani, citado por Moliterno (2002) observó que en mezclas forrajeras de primer año obtuvieron una mayor relación pastura sembrada/maleza aquellas que estaban compuestas con gramíneas agresivas como raigrás o especies como achicoria, capaz de mantener altas tasas de crecimiento durante el verano.

También hay que tener en cuenta que en los primeros años de la pastura el enmalezamiento estará dado por malezas arvenses anuales y gramíneas anuales agresivas, pero que a medida que envejece la pastura las malezas perennes se van volviendo más importantes con gramíneas estivales perennes y agresivas como el *Cynodon dactylon* (Carámbula, 2007).

Existe también una relación entre el manejo del pastoreo y la infestación de malezas. Albano et al. (2010) observaron que el componente malezas, tanto latifoliadas como gramíneas, presentaron mayor proporción cuanto menor era la

frecuencia de defoliación. Según los autores, el alto grado de enmalezamiento fue consecuencia del manejo del pastoreo como del estrés hídrico que sufrió la pastura antes y durante el experimento.

#### 2.2.4 Bases para el manejo de plantas forrajeras

La producción de forraje y su utilización es un proceso que consta de 3 partes fundamentales. Ellas son:

- 1) La conversión por parte de las plantas de luz, agua y nutrientes en carbohidratos y proteínas,
- 2) Manejar el cultivo para que los animales dispongan de la máxima cantidad de forraje con el máximo valor nutritivo posible,
- 3) La conversión de ese forraje consumido por los animales en carne, lana y leche.

Sin embargo, muchas veces este proceso no funciona de forma eficiente y los resultados que se obtienen no son los deseados debido a un número de razones. Éstas pueden ser, entre otras, la mala elección de especies y cultivares, deficiencias de nutrientes, mal manejo del pastoreo haciendo defoliaciones por debajo de los puntos de crecimiento de las pasturas e incluso la mala conversión del forraje consumido en productos animales debido a la baja capacidad de los animales (Carámbula, 2007).

Por lo tanto es importante saber ubicar y definir el estado de los puntos de crecimiento, determinar de forma correcta el área foliar, las sustancias de reserva y los sistemas radiculares.

### 2.2.5 Factores que afectan al crecimiento

Como las pasturas se encuentran expuestas a interacciones complejas de muchos factores ambientales, resulta importante conocer cómo es que éstos afectan a las pasturas, por más que no puedan ser controlados y de esta forma poder explicar el comportamiento en el campo de los cultivos forrajeros.

Estos factores son:

Temperatura

Intensidad de la luz

Nutrición mineral (Langer, 1981)

#### 2.2.5.1 Temperatura

Las gramíneas sembradas en nuestro país son generalmente de origen templado por lo que las temperaturas entre 20-25° C serían las óptimas para el crecimiento foliar (Mitchell, citado por Langer, 1981). Además, las hojas formadas en estas especies de clima templado en condiciones cálidas tienden a ser más alargadas y más angostas que aquellas que se forman en condiciones más frías. Por otra parte, en nuestro país también se utilizan especies de clima subtropical, como por ejemplo el *Paspalum dilatatum*, que es nativa, y que necesita de temperaturas más cálidas para el crecimiento. Estas gramíneas subtropicales crecen mejor cuando las temperaturas oscilan entre los 30-35°C (Langer, 1981).

#### 2.2.5.2 Intensidad de la luz

La intensidad de la luz afecta mucho a la tasa de aparición de hojas en una gramínea, haciendo que ésta disminuya a medida que intensidad disminuye. Es tan así que cuando las gramíneas crecen bajo sombra producen hojas con mayor lentitud que cuando crecen bajo plena luz (Langer, 1981).

En los resultados obtenidos por Mitchell en 1953 la producción de hojas por macollo aumento en 26% a 10°C cuando la intensidad de luz varió de 7000 hasta 20000 lux y 44% cuando el mismo experimento se realizó a 18°C (Langer, 1981).

El macollaje también es un proceso que se ve afectado por la intensidad de la luz incidente. Cuando la intensidad es baja las plantas no macollan o macollan en forma escasa y muchas yemas axilares fracasan en su desarrollo. Esto se debe a que es un proceso que demanda de temperatura y altas intensidades de luz al ser un proceso de formación de nuevos tejidos (Langer, 1981).

Sin embargo, el efecto de la intensidad lumínica más importante es sobre la tasa fotosintética de las gramíneas. Para aquellas gramíneas de origen templado, la tasa fotosintética aumenta a medida que aumenta la intensidad de la luz, alcanzando un techo a los 30000 lux. En éste punto las hojas dejan de responder ya que están saturadas de luz, siendo en verano hasta cuatro veces mayor que el nivel mencionado. Por otra parta, las gramíneas subtropicales no presentan este problema ya que a mayores intensidades de luz siguen reaccionando mediante mayores tasas de asimilación (Langer, 1981).

### 2.2.5.3 Nutrición mineral

Deficiencias en nitrógeno, fosforo, potasio y otros nutrientes han mostrado efectos negativos en cuanto a la persistencia de las pasturas. Elevar el suministro de nutrientes tiene poca influencia sobre la tasa de aparición de hojas por macollo pero si sobre el tamaño de las hojas que se forman. Esto se da especialmente con el suministro de nitrógeno a las pasturas y en menor medida con los otros elementos (Langer, 1981).

La respuesta al macollaje es el efecto principal de la nutrición mineral, con enormes diferencias en el número de macollos de forma experimental cuando se suministraron niveles altos y bajos de nitrógeno, fosforo y potasio. El mayor macollaje genera que existan muchas más hojas, incrementando el área foliar por planta (Langer, 1981).

### 2.2.6 Puntos de crecimiento

Un aspecto básico para el manejo del pastoreo de plantas forrajeras es conocer la altura a la cual se encuentran los puntos de crecimiento en los distintos puntos del año. Rechenthin, citado por Carámbula (2007) dice que esa característica esta de cierto modo ligada al número de entrenudos ubicados por debajo al nivel del suelo y de su posterior alargamiento. Cuanto mayor sea el número de entrenudos mayor será el tiempo que demoren en ser elevados pero una vez que éstos sobrepasen los 2,5 cm de altura, quedarán expuestos a ser pastoreados.

Para Langer (1981) mientras que la planta está en estado vegetativo y no florece, mantiene el tallo muy contraído y por lo tanto los puntos de crecimiento continúan próximos a la superficie del suelo. Sin embargo, en el inicio de la vida

de la planta, los primeros uno o dos entrenudos se alargan bastante con el fin de llegar a la superficie del suelo, formando un tallo subterráneo o epicotilo. Como consecuencia de esto, el ápice del tallo se eleva hasta casi la superficie y continúa produciendo nuevas hojas. El alargamiento normal del tallo no se da hasta la floración.

### 2.2.7 Área foliar

La capacidad de una pastura de producir forraje depende de la disponibilidad de agua y nutrientes pero también de del grado de explotación que haga de la radiación solar interceptada. En este sentido, la pastura deberá interceptar la mayor parte de energía solar que le sea posible, lo que depende de las especies que componen la pastura, el follaje, los hábitos de crecimiento y la época del año (Carámbula, 2007).

En este sentido, Watson, citado por Carámbula (2007) dice que el término índice de área foliar (IAF) es la relación existente entre el área de las hojas y el área del suelo cubierto por las mismas. Por lo tanto a medida que el IAF aumenta, aumenta la interceptación de luz por parte de las hojas hasta un IAF óptimo. En éste punto la producción de forraje verde y la fotosíntesis son máximos dado que el follaje no permite la pérdida de radiación solar. Este IAF óptimo depende de cada especie y pastura en particular, y equivale al 95% de la radiación solar interceptada, siendo más bajo para aquellas especies que posean la mayor cantidad de hojas horizontales, por ejemplo leguminosas.

Myers (1974) denomina a la relación metro cuadrado de hojas por metro cuadrado de superficie de suelo como índice de superficie foliar o IFS. El autor también coincide con la importancia de la superficie foliar ya que según él,

influye en mejor aprovechamiento de la energía solar por parte de una pastura. A medida que se desarrolla la capa superior de hojas, las inferiores van quedando sombreadas, contribuyendo de esta forma cada vez menos en la producción de materia seca, disminuyendo la tasa fotosintética y dependiendo cada vez más de las hojas de la capa superior para satisfacer los requerimientos respiratorios.

Por lo tanto, la superficie foliar que produzca el mayor aumento de peso deberá ser aquel que logre alcanzar el equilibrio entre la mayor cantidad de hojas para interceptar toda la luz y la creciente demanda para satisfacer los requerimientos respiratorios de las hojas de las hojas inferiores, tallos y raíces que no realizan fotosíntesis o dejaron de ser eficientes en este proceso (Myers, 1974).

Brown y Blaser, citados por Carámbula (1977) dicen que cuando la pastura alcanza el IAF óptimo, la tasa de crecimiento es máxima y a partir de ahí empieza a decrecer progresivamente. Éste decrecimiento ocurre a partir de la descomposición y la pérdida de material (Carámbula, 1977). En algunas especies como *Medicago sativa*, el crecimiento se mantiene alto durante un lapso importante de tiempo sin que se produzca una reducción del mismo (Brougham, citado por Carámbula, 1977).

En tanto que Brougham, citado por Carámbula (1977), propone que en pasturas de gramínea y leguminosas a una latitud de 38° sur el IAF mínimo necesario para que las pasturas absorban el 95% de la radiación incidente es de alrededor de IAF 4,5 a 5,5 a mediados de verano, y en invierno el IAF crítico es 3,0 ya que en esta época la luz que llega a la pastura es menor. Este concepto es compartido por Myers (1974) quien sostiene que valores menores

de superficie foliar pueden ser óptimos con un ángulo solar bajo y una menor intensidad lumínica.

Es por esta razón que en invierno se pueden hacer pastoreos con menores frecuencias, ya que el IAF óptimo de la pastura es más bajo que en verano. De esta manera va a haber menor sombreado por parte de las hojas superiores y menor pérdida de hojas por muerte y descomposición (Carámbula, 1977).

Cuando se considera el área foliar remante, debido a la disposición de sus hojas, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Debido a que las leguminosas y gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, y alcanzan antes su IAF óptimo, tienen rendimientos bajos en cuanto a producción de forraje. Las gramíneas erectas tienen, por tanto, mayor producción con más tiempo de descanso (manejos aliviados) que las leguminosas y especies postradas. No solo es importante la cantidad remanente de hojas, sino también la eficiencia de las mismas, es decir, el tipo y su estado (Carámbula, 1977).

Escuder (1997) sostiene además que como las yemas o meristemas de crecimiento de las leguminosas forrajeras estoloníferas se encuentran siempre próximas al suelo, no son normalmente dañadas por la defoliación y el rebrote es relativamente rápido.

En el caso de las gramíneas Escuder (1997), dice que la defoliación mientras pastura no inició la elongación del tallo, remueve solo las hojas total o parcialmente desarrolladas. De esta forma el rebrote siguiente proviene de hojas que no han completado totalmente su desarrollo. Lo que es más, la yema apical, al no ser alcanzada por la defoliación puede seguir produciendo hojas por lo que el rebrote en esta situación será relativamente rápido.

Brougham, citado por Carámbula (1977), sostiene que las forrajeras retrasaran su producción cuanto mayor sea el área foliar remanente. Bommer, citado por Carámbula (2007), afirma que las especies forrajeras menos sensibles a una defoliación son aquellas que presentan un área foliar remanente mayor después de cada pastoreo ya que les permite restablecer rápidamente la actividad fotosintética. Sin embargo en praderas aliviadas, el área foliar remanente está conformada por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad o microorganismos y que por esta razón su valor como área fotosintetizante es muy bajo.

Seguido a una defoliación severa, la tasa de crecimiento promedio aumentará rápidamente en conjunto con el marcado incremento en la tasa de crecimiento instantánea. Durante las fases más tardías del rebrote, la tasa de crecimiento promedio se reduce debido a la acumulación del material senescente (Parsons y Penning, 1988). Al comienzo la tasa fotosintética se incrementa rápidamente a medida que se expanden nuevas hojas.

En este sentido, la cantidad de área foliar remanente luego de cada pastoreo debe ser diferente para cada estación y dependerá de cada especie, estado fisiológico y condiciones ambientales en las cuales crece la pastura. A igual área foliar remanente, debido a la disposición de sus hojas, las leguminosas (trébol blanco) interceptan más luz que las gramíneas (raigrás) y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Las gramíneas erectas tienen, por tanto, mayor producción con más tiempo de descanso (manejos aliviados) que las leguminosas y especies postradas (Carámbula, 1977).

#### 2.2.8 Manejo de pastoreo

Millot (1991), sostiene que el pastoreo produce modificaciones en estructura de los tapices atribuidos a la carga, presión de pastoreo y frecuencia

de defoliación. También puede ser modificada por la composición botánica y la fertilización.

Montossi et al. (1996) sostiene también que el consumo y la selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad del animal y la eficiencia de los sistemas pastoriles. Por lo tanto, el entendimiento y conocimiento de las relaciones entre animales y pasturas son factores determinantes de la maximización de la producción animal en sistemas pastoriles.

Los sistemas de producción pastoriles interaccionan muy fuertemente a través del efecto de los animales en la composición, utilización, rebrote y persistencia de la pastura. También tienen efecto sobre las características de las pasturas y la estructura de las mismas sobre el comportamiento, consumo y la producción animal (Montossi et al., 1996)

Un buen manejo de pastoreo según Smethan, citado por Carámbula (2007) tiene dos objetivos principales, por un lado producir la máxima cantidad de forraje con la mayor calidad posible y por otro lado asegurar que el mayor volumen de forraje producido sea consumido por los animales. Por lo tanto es importante combinar de la mejor forma posible los dos sistemas biológicos, plantas y animales, de manera de tener una buena producción animal sin perjudicar la persistencia productiva de la pastura.

Cuando se pastorea una pastura, es de esperar que se alteren las relaciones de competencia entre las especies que la componen, siendo unas favorecidas y en detrimento de otras, las más aceptadas por el animal para su consumo. Esto trae cambios en la composición botánica de la mezcla forrajera que puede afectar tanto la calidad como la cantidad ofrecida estacionalmente. Es de ahí que se desprende que para lograr un buen manejo de la pastura, se

requiere tener un conocimiento completo de las especies que componen la mezcla. De esta manera se podrá mantener la pastura produciendo, sin comprometer su persistencia Carámbula (2007).

Zanoniani (1999), propone, colocar a las plantas en condiciones similares de competencia por los recursos, y permitirles su recuperación luego del pastoreo. Por lo tanto, descarta el pastoreo continuo tradicional sin regulación de carga y se toma al pastoreo rotativo/racional como la opción que cumple con los primeros aspectos.

Para Morley (1974), el control del pastoreo consiste en el manejo de los animales en un conjunto de pasturas con el fin de integrar los requerimientos de los animales con aquellos de las pasturas. Se busca incrementar al máximo la utilidad económica, mantener un sistema productivo estable y reducir al mínimo los momentos de estrés del animal, en los cuales los requerimientos del animal no son totalmente satisfechos por la pastura. Morley sostiene que esto se logra mediante el control de la cantidad de animales y el traslado de los animales en pastoreo de una sección o franja a otra que se encuentre con mejor disponibilidad de forraje.

La carga animal es una de las principales variables de manejo que afecta el resultado físico-económico de la pastura sembrada. El efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo (Chilibroste et al., 2005). Según Cangiano, citado por Fariña y Saravia (2010), el logro de una alta eficiencia de conversión del pasto producido en producto animal, implica ajustar la carga y el método de pastoreo con el crecimiento de las plantas forrajeras.

Altas presiones de pastoreo pueden causar una reducción en la tasa de crecimiento de la pastura debido al efecto sobre componentes morfogenéticos y estructurales de las plantas. Por otro lado, el aumento de la presión de pastoreo

evita la acumulación de restos senescentes que afectan negativamente la tasa neta de crecimiento (Chilibroste et al., 2005).

Para Carámbula (2007), utilizar una pastura solamente bajo pastoreo directo a lo largo del año, por buenas que sean las técnicas utilizadas, es algo inalcanzable. Esto se debe a que en ciertas épocas del año van a haber déficits mientras que en otras épocas del año van a haber excesos en la entrega de forraje afectando en gran medida la calidad de la pastura. Con este tipo de manejo se comprometería uno de los objetivos de la producción de forrajes que es maximizar la producción animal.

Áreas con cargas constantes a lo largo del tiempo tienden a sobrepastorearse en invierno e inicios de primavera y a subpastorearse en primavera tardía, verano y otoño. A esto se le agrega el hecho que cuando la oferta excede los requerimientos de los animales, éstos tienden a seleccionar, pastoreando las especies más palatables dejando las menos apetecibles. En esta situación, las gramíneas tienden a desaparecer, las malezas enanas empiezan a aparecer y los espacios subpastoreados tienden a endurecerse (Langer, citado por Carlevaro et al., 2004).

Según Carámbula en 2007, a la pastura hay mantenerla produciendo en el tramo intermedio de la curva de crecimiento, por lo que la pastura debe ser mantenida siempre en el tramo de los rebrotes rápidos. Esto muestra que existe un rango importante de oferta de forraje adecuada y que en los extremos se encuentran la baja disponibilidad pero alta calidad por un lado y la alta disponibilidad y la baja calidad por el otro. Sin embargo, no se puede dejar de considerar el tiempo que demora la pastura en alcanzar ese tramo intermedio, que depende de la época del año, las condiciones edáficas y el desarrollo en que se encuentre la pastura. Hodgson, citado por Carámbula (2004) sostiene

que todo tejido que llega al punto de senescencia es una pérdida para el sistema. De esta forma, cuando la pastura se deja crecer excesivamente durante un pastoreo rotativo, se puede observar la pérdida de cantidades importantes de materia seca, especialmente en los periodos de abundancia de forraje.

Hunt, citado por Carámbula (2007) observó que se pierde entre el 15 y 40% por envejecimiento y descomposición de la producción de una pastura. Esto fue causado tanto por modificaciones que se producen tanto en las poblaciones de macollas como en la longitud de vida de las hojas. Lo que es más, ciertos autores sostienen que la pérdida de digestibilidad de la pastura disminuye un 0,5% por cada punto porcentual que aumentan los restos secos.

Heitschmidt (1990), dice que la investigación en el manejo de pastoreo tiene como objetivo principal la generación de herramientas que permitan regular la severidad de la defoliación. Según Carámbula (2007), cada pastoreo o corte que se realiza afecta la entrega de forraje de la pastura:

- el número de Pastoreos o cortes (frecuencia).
- el rendimiento de cada uno de ellos (intensidad).

#### 2.2.8.1 Frecuencia

La frecuencia hace referencia al número de pastoreos o cortes, cuanto mayor sea esta menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos y por lo tanto la producción de forraje es más baja. A medida que aumenta la frecuencia de defoliación la capacidad de producir forraje presenta decrementos progresivos (Carámbula, 2007).

En un experimento realizado por Moliterno (2002) la producción acumulada del conjunto de mezclas evaluadas bajo un pastoreo poco frecuente

aumento en un 55% en relación al promedio de los tratamientos manejados a mayor frecuencia.

En el experimento Moliterno (2002) también observó que el rendimiento de la fracción pastura fue mayor bajo el manejo más frecuente de defoliación. Esto lo explica a través de la evolución del material senescente bajo ambos manejos de defoliación. De esta forma, si bien los periodos de acumulación de forraje para los manejos más frecuentes fueron menores, hubo menor competencia entre las malezas y la pastura y en general, el tejido vegetal de los componentes de las mezclas forrajeras bajo manejos frecuentes fue más joven y por lo tanto más eficiente.

La frecuencia de defoliación no solo afecta el comportamiento en la estación en que se realiza la defoliación sino que también se traslada hacia las estaciones siguientes. Según Carámbula (2007), en un experimento la producción de *Trifolium pratense* de primavera se vio afectada por las frecuencias de defoliación del otoño e invierno anteriores.

La frecuencia de utilización depende de cada especie, de la composición de la pastura y de la época del año en que se realice. Pero el elemento que determina el período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será marcado en teoría por el IAF óptimo (área foliar capaz de interceptar el 95% de la luz incidente). Por lo tanto, en pasturas con IAF óptimos bajos como por ejemplo los tréboles es posible realizar un aprovechamiento más intenso con pastoreos más frecuentes (IAF 3) que con leguminosas de porte más erecto (IAF 5) o con gramíneas erectas de IAF 9 (Broughan, citado por Carámbula, 2007).

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

Resultados presentados por Albano et al. (2010) establecen que a mayor frecuencia de defoliación cada 37 días disminuye la tasa de elongación neta y aumenta la tasa de senescencia foliar en comparación con pastoreos de menor frecuencia de 52 días. Los pastoreos de menor frecuencia se ven favorecidos por tener más días de descanso. Establecen también que a mayor frecuencia de defoliación el número total de hojas por macollo es mayor que a menor frecuencia de defoliación (2,9 y 2,5 hojas totales por macollo respectivamente). Esta diferencia se debe a que el tratamiento con menor frecuencia se encontraba más enmalezado haciendo que el ambiente lumínico de la cubierta vegetal sea más heterogéneo que el que se pastoreaba con mayor frecuencia, por lo que una baja intensidad de luz provoca una reducción en la aparición de hojas.

#### 2.2.8.2 Intensidad

La intensidad hace referencia al rendimiento de cada pastoreo o corte. Es la determinante de la altura de la pastura luego del pastoreo y por ende condiciona el rebrote y la producción total de la pastura. El aumento del crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con el área foliar remanente, y ésta es determinada por la intensidad y por el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 2007).

En este sentido, la mayor intensidad cosechada tiene efectos positivos sobre la cosecha de forraje pero negativos sobre la producción de forraje siguiente. Por esta razón es muy importante que el rastrojo que se deja sea

muy eficiente, formado por hojas nuevas con porcentajes mínimos de mortandad de forma que compense los IAF bajos que se dan luego de la defoliación (Carámbula, 2007).

Según Smethan (1981b) existe una cantidad de factores que contribuyen a que el rendimiento sea bajo cuando el rastrojo remante es alto. En primer lugar que el remanente consiste en material vegetal más viejo, fotosintéticamente menos eficiente y que una proporción de hojas, tallos y macollos mueren, ocasionando una pérdida de materia seca antes de cosechar nuevamente. En segundo lugar, ese material muerto y senescente del rastrojo intercepta y absorbe inútilmente energía lumínica, sombreando las hojas verdes y reduciendo la tasa de rebrote. Incluso el macollaje se enlentece mediante el sombreado.

Las distintas especies poseen alturas mínimas para las cuales dejarse el rastrojo sin que sean afectadas negativamente. Esto significa que las especies postradas toleran pastoreos más intensos que aquellas erectas aunque éstas puedan adaptarse para tener arquitecturas más rastreras (Carámbula, 2007).

Por lo tanto, pastoreos intensos, acordes a lo que cada especie permite según la estación del año en que se encuentren, les van a brindar la oportunidad de crecer a una tasa máxima durante mayor tiempo a las pasturas y por lo tanto van a rendir mas (Smethan, 1981b). De ésta forma, pastoreos relativamente aliviados de más de 7,5 cm y periodos de descanso cortos entre cada pastoreo atentan contra la productividad de la pastura.

Hay que tener en cuenta que como los niveles de luz en otoño son menores cabe esperar que los IAF óptimos de cada pastura también sean menores, el sombreado y la senescencia se den más temprano y por lo tanto

los rendimientos sean bajos (Smethan, 1981b). En estas situaciones, periodos de descanso mayores no resultan en mejores rendimientos.

Zanoniani et al. (2006) evaluó cuatro intensidades de pastoreo siendo éstas 2,5, 5,0, 7,5 y 10 cm, determinando para cada tratamiento la producción de materia seca estacional y anual, la utilización de la misma y los efectos de estos manejos en la producción de forraje otoño invernal y el número de macollos en otoño.

Para la producción anual no se detectaron diferencias estadísticas significativas en los distintos manejos realizados durante el primer año de vida, a pesar que existieron diferencias en producción de forraje de hasta 1500 kg MS/ha. Con respecto a la producción estacional las diferencias son debidas al aporte estival y no al manejo. La utilización presentó una relación lineal con la intensidad de pastoreo aumentando al reducir la altura del remanente.

Luego del verano del primer año, se observó una tendencia de mejor comportamiento de los manejos más aliviados, siendo 7,5 cm el manejo de mejor comportamiento atribuyéndose este resultado al mayor peso de las macollas y no al mayor número de las mismas que presumiblemente se tradujo a una mejor posibilidad de extraer agua de horizontes más profundos.

En producción de forraje de otoño invierno del segundo año existieron diferencias mayormente dadas por las condiciones climáticas del verano que afectaron a las especies, y no solo por manejo siendo nuevamente el tratamiento de 7,5 cm el más destacado.

#### 2.2.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje, definido como los quilogramos de materia seca ofrecidos cada 100 kg de peso vivo, es uno de los factores más importantes y

más manejables cuando se quiere realizar un manejo de pastoreo (Hodgson, citado por Agustoni et al., 2008).

Chacon et al., Jamieson y Hodgson, Dogherty et al., Greenhalgh et al., citados por Agustoni et al. (2008), coinciden en la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo. Lo que es más, se constató en diferentes trabajos la existencia de una relación positiva entre la ganancia diaria de peso vivo y la disponibilidad de forraje (Chacon et al., Jamieson y Hodgson, citados por Agustoni et al., 2008).

El consumo de forraje o la producción animal aumenta a medida que aumenta la disponibilidad o altura del forraje. Esto está asociado a la facilidad con la que los animales cosechan el forraje, maximizando la tasa de consumo, siendo esta relación afectada por el tipo de pastura donde los animales pastorean (Montossi et al., 1996).

Según Holmes, citado por Garin de Nardo (1993) afirma que la ganancia de peso aumenta conforme aumenta la disponibilidad de forraje, especialmente cuando las variaciones de la composición botánica y calidad no son importantes.

Otros autores describen la relación entre la ganancia diaria de peso y el forraje disponible como lineal hasta el punto que se alcanza el consumo máximo en donde se determina la máxima ganancia de peso (Peterson, Lucas y Mott, citados por Garin de Nardo, 1993).

Por otra parte, t Mannelje y Ebersohn, citados por Garin de Nardo (1993), sostiene que la producción animal está asintóticamente relacionada al total de materia seca de la pastura, siempre y cuando la proporción de forraje verde sea una proporción constante de las pasturas. Cuando por el contrario, la

pastura contiene un contenido variable de material senescente, la relación se aplica a la fracción verde.

Poppi et al., citados por Montossi (1996) sostiene que el consumo animal y el forraje disponible están relacionados generalmente en forma curvilínea, distinguiéndose claramente dos secciones en la curva. La parte ascendente de la curva representa los factores no nutricionales que están relacionados a la habilidad del animal para cosechar la pastura y la estructura de las plantas. La sección asintótica de la curva representa los factores nutricionales tales como digestibilidad de la pastura, tiempo de permanencia en el rumen y la concentración de los productos finales de la digestión ruminal.

La disminución de la actividad ingestiva (tamaño y tasa de bocado) podría estar explicada por las menores ofertas de material verde ofrecidas en el pastoreo (Espasandín, 1993).

La presión de pastoreo se puede definir como la cantidad de pasto disponible por día en relación a los animales que la pastorean y es el factor individual más importante que controla el consumo de los animales en pastoreo (Leaver, 1982).

Si la presión de pastoreo es baja cuando se disponen de grandes cantidades de forraje, la proporción utilizada será baja y el consumo de los animales será máximo. Si la presión de pastoreo aumenta, el consumo animal declina al principio muy lentamente y el porcentaje de utilización aumenta. Eventualmente se llega al punto en que los animales ya no pueden emplear más el pasto disponible ya que no alcanzan la posición basal del forraje. En este momento tanto el consumo como la utilización descienden a cero (Leaver, 1982).

Marsh (1979) demostró en un experimento en una pastura de raigrás y trébol blanco que trabajando con asignaciones de forraje de 3.0, 4.5, 6.0 y 7.5% del peso vivo, habían respuestas lineales en ganancia individual. Por otra parte, mientras trabajaba con asignaciones de 5.0, 7.5, 10.0 y 12.5%, las respuestas en ganancia de peso vivo fueron curvilíneas, viendo poca respuesta para asignaciones superiores a 10%.

La mejor producción por hectárea dada por aumentos de la carga se puede dar gracias a una mejor utilización de forraje (Viglizzio, 1981). En pasturas pastoreadas intensamente el factor dominante es la disminución en el crecimiento de forraje pero en pasturas pastoreadas con baja intensidad lo que domina es el bajo aprovechamiento de forraje (Cangiano, citado por Agustoni, 2008).

Leaver (1982), demostró esto con un experimento con vaquillonas lecheras en donde un aumento de la carga del 33% significó que la presión de pastoreo solo aumentara 22% en momentos donde la oferta de forraje era alta. Sin embargo el mismo aumento de la carga hizo que la presión de pastoreo aumentara 159% sobre el final de temporada cuando el forraje era escaso.

Datos presentados por Foglino y Fernandez en 2009, demuestran que una asignación de forraje de 6% del PV permite ganancias elevadas de 2 kg por animal con novillos holando pastoreando en una pradera de primer año. Es importante destacar que por razón de biotipo, las ganancias de peso de animales holando son mayores que la de animales de razas carniceras británicas en iguales condiciones. Según el autor, esa asignación permitiría una adecuada ganancia individual y por hectárea, así como un buen comportamiento de la pastura al no comprometer su persistencia.

Agustoni et al. (2008) sugiere que la producción de forraje se ve seriamente comprometida en la medida que se manejen bajas asignaciones de forraje. En su experimento manejaron asignaciones de 2%, 4,5%, 7% y 9,5% con iguales periodos de descanso y vieron que luego del primer pastoreo, cuando la asignación era baja (2 y 4,5%), el consumo es mayor al crecimiento y por lo tanto se sobrepastorea dejando poca área foliar remanente y disminuyendo la producción de forraje. La pastura no se recupera y se inicia el segundo pastoreo con una disponibilidad de forraje mucho menor que en los casos donde la asignación era intermedia o alta. Esto es debido a la escasa área foliar que determina una limitada capacidad de generar fotoasimilados, dependiendo en mayor medida de las reservas de carbohidratos para el rebrote.

Sin embargo, con asignaciones de 9,5% el disponible es mayor a la capacidad de consumo del animal el cual selecciona mayor cantidad de forraje de mejor calidad dejando restos secos y hojas maduras de baja capacidad fotosintética lo cual enlentece el rebrote y disminuye la producción de forraje. Asignaciones intermedias 7 % permitirían mantener a la pasturas con mejores condiciones de rebrote al quedar AFR intermedias pero de buena capacidad fotosintética lo cual incrementará su producción de forraje.

### 2.3 PRODUCCIÓN DE CARNE EN VERANO

Según Carámbula (2006), el verano es la estación más vulnerable para las pasturas desde el punto de vista morfológico. En es la se registran las menores poblaciones de activas de meristemas de crecimiento, tanto de tallos como de hojas. Según el autor en esta época es cuando se notan más los efectos de pastoreos intensos.

Durante el verano, el vacuno enfrenta una doble restricción. Por una parte se enfrenta a una reducción de la cantidad y calidad de forraje, y por otro

lado al estrés calórico. Esta combinación de factores genera limitaciones en el consumo diario de materia seca y nutrientes además de incrementar los requerimientos de mantenimiento, afectando el balance energético del animal (Simeone, 2010).

A su vez, Simeone (2008) expresa que la menor producción de forraje y la pérdida de calidad de las pasturas durante el verano se refleja en una fuerte caída en la ganancia del peso vivo de los animales en pastoreo, en especial en vacunos en crecimiento, en comparación con las ganancias que alcanzan en primavera.

Por otra parte, resultados presentados por Formoso (2011) muestran que durante una sequía estival el lotus y la festuca detienen su crecimiento casi totalmente para no comprometer la cantidad de plantas, priorizando así la supervivencia y manteniendo un área de hojas al mínimo para mantenerse con vida. Ambas especies, retomaron su ritmo normal de crecimiento cuando se restableció el régimen hídrico.

En el resultado acumulado de ese experimento la única especie que siempre produjo forraje fue la alfalfa, manteniendo rendimientos suficientes como para alimentar al menos 2 unidades ganaderas de 400 kg/ha bajo condiciones de buen manejo de pastoreo. Contrario a esto, el lotus y la festuca produjeron 52 y 58% menos que la alfalfa respectivamente.

En las forrajeras templadas, cuando se realizan defoliaciones en periodos de alta temperaturas, aumentan los daños a medida que aumenta el estrés energético por defoliación. En general, a medida que las temperaturas aumentan, los gastos originados por la respiración aumentan en mayor dimensión y más rápido que la fijación de energía. Como resultado de esto, el balance neto de energía que le queda a las forrajeras para el mantenimiento,

crecimiento, desarrollo y almacenamiento de reservas es menor. Esta situación se agrava si además se suman periodos de deficiencia hídrica (Formoso, 2011).

Agustoni et al. (2008), en el período comprendido entre junio y noviembre demostraron que en una mezcla con *Lolium perenne*, *lotus corniculatus*, *trifolium repens* con asignaciones de forraje de 2%, 4,5%, 7% y 9,5%, obtuvieron ganancias individuales de 0,6, 1,2, 1,5 y 1,7 kg/día respectivamente.

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

Con respecto a producción de carne por hectárea, Agustoni et al. (2008) consideran un rango de asignaciones (5,6 – 6,8 %) donde se permite una adecuada ganancia por animal y por hectárea (550 kg de carne) como también un buen comportamiento de la pastura, Fariña y Saravia (2010) trabajaron con una oferta de forraje del 5 % y obtuvieron una producción de carne de 545 kg/ha y con una oferta del 6,8 % obtuvieron 590 kg/ha. Almada et al. (2007) obtuvieron 900 y 700 kg/ha para asignaciones de 4,5 y 7 % respectivamente. Foglino y Fernandez (2009) obtuvieron menores producciones de carne, 406 y 417 kg/ha con una oferta entorno al 6 %. Todos los datos recién descriptos fueron en períodos de invierno y primavera.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

##### 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), coordenadas 32°22'31" S y 58°03'46" O, durante el período comprendido desde el 10 de enero hasta el 10 de mayo del 2011, pero recién el 9 de marzo se pudo comenzar a pastorear. Realizado sobre una pradera de segundo año compuesta por cuatro mezclas forrajeras.

##### 3.1.2 Información meteorológica

En la región que se encuentra Uruguay, presenta un clima templado a sub tropical (Durán, 1985), con un promedio de precipitaciones de 1200 mm con distribución isohigro.

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 Reconocimientos de Suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (URUGUAY. MAP. DSF, 1979) el área experimental se encuentra

sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos, los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (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

La pastura se instaló sobre una pradera vieja dominada por *Agropiro elongatum*. La fecha de siembra fue el 30 de mayo de 2010, fertilizada con 150 kg/ha de la formula 18:46:46:0 a la siembra y 100 kg/ha de Urea a mediados de agosto. A mediados de julio se aplicó 350 cc/ha de Flumetsulan y 1,2 l/ha de Venceweed. La densidad de siembra fue a razón de, 10 kg/ha de *Dactylis glomera* cv. INIA Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná, 15/ha kg 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, 45 kg/ha de *Paspalum dilatatum* (dada su baja germinación del 20 %).

#### 3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en cuatro mezclas:

- 1) *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.
- 2) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.
- 3) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum*.

4) *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum*.

Las praderas fueron pastoreadas con 20 novillos de la raza Holando, con un peso individual promedio 334 kg, siendo asignados a los tratamientos al azar, de tal forma que el peso vivo promedio sea similar en las distintas parcelas. Cada tratamiento fue pastoreado con 5 novillos. Los mismos ingresaron con 304 kg promedio, hasta un peso final de 355 kg promedio.

El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja de los animales 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 5,11 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, lo cual es una característica del diseño de bloques al azar.

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

Bloque 1	t1	t4	t2	t3
Bloque 2	t3	t2	t4	t1
Bloque 3	t2	t3	t1	t4
Bloque 4	t1	t4	t3	t2

### 3.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas en este experimento se centraron en la producción de forraje de las distintas mezclas evaluadas y composición botánica. Por otro lado también se evalúa la evolución de los pesos de los animales, determinándose ganancia total durante el período de evaluación,

como también las ganancias promedio diarias individuales en los distintos tratamientos.

### 3.2.1 Variables determinadas

#### 3.2.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca

La materia seca disponible (kg/ha) se define como la cantidad de materia seca que hay en la parcela antes del ingreso de los animales. Este disponible está compuesto por el forraje acumulado hasta el inicio del pastoreo y es ajustado por la tasa de crecimiento de la pastura y por los días que se lleva a cabo el pastoreo. Por otro lado el remanente es la materia seca (kg/ha) que queda luego de retirado los animales de la parcela.

Para dichas variables el método utilizado fue el doble muestreo. Se determinó una escala de apreciación visual de 5 puntos en el caso de los disponibles y una escala de 3 puntos en el caso de los rechazos, debido a la homogeneidad de la pastura.

La medición de disponible se realizó antes del ingreso de los animales y el remanente luego de retirados los mismos en cada uno de los tratamientos anteriormente especificados. El muestreo consistió en la realización de cortes al ras del suelo (quedando 1 cm de remanente), utilizando una tijera de aro y cuadros de 50 por 20 cm, de cada uno de los puntos de la escala y a su vez tres repeticiones por punto de escala. Por lo cual se obtuvieron un total de 15 muestras a las cuales se pesaron obteniendo el peso fresco y luego de 48 horas en estufa a 60 °C se obtuvo el peso de materia seca. En la medición del remanente se procedió de la misma forma que en la del disponible, con la salvedad de que en lugar de establecer 5 puntos de escala se consideraron

solo 3 debido a la uniformidad del forraje remanente. También se realizaron tres cortes por cada punto de la escala obteniendo 9 muestras las cuales fueron pesadas (Peso fresco), secadas y nuevamente pesadas (Peso seco).

Luego de realizado el secado de las muestra y obtenido el peso de las mismas, se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Posteriormente mediante el ajuste de una ecuación de regresión entre altura en cm y kg MS/ha y otra entre valor de escala y kg Ms/ha, se determinó cual de ambas variables (altura o escala) era la que tenía mayor correlación con la disponibilidad, siendo la variable altura la que presento mayor  $R^2$ . Con la función que se obtuvo se procedió a determinar la disponibilidad de forraje por hectárea, para llegar a esta se utilizaron los promedios de 30 determinaciones de altura y de escala en cada parcela sustituyendo en la ecuación la incógnita, obteniendo de esta forma la disponibilidad por hectárea. De la misma forma se procedió para la estimación del remanente luego de la salida de los animales. Finalmente la ecuación utilizada fue la de altura con kg MS/ha, tanto para disponible como para remanente, por presentar una mayor correlación.

#### 3.2.1.2 Altura del disponible y del remanente

Se realizaron 30 medidas de altura por parcela las cuales fueron medidas utilizando regla en un punto al azar dentro del rectángulo utilizado para el corte de las muestras en el doble muestreo, el criterio utilizado para dichas medidas fue el punto de contacto entra la regla y la hoja verde más alta en donde fue ubicada la regla. 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. Las alturas de cada parcela se obtuvieron promediando las 30 muestras. Para el disponible dichas medidas se obtuvieron

previo al ingreso de los animales y para el remanente se obtuvieron luego de retirados los mismos.

#### 3.2.1.3 Materia seca desaparecida

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

#### 3.2.1.4 Porcentaje de utilización

Es la cantidad de materia seca desaparecida en relación a la que había disponible. Se calculó mediante la relación entre la materia seca desaparecida y el forraje disponible antes de iniciar el pastoreo, multiplicando por 100.

#### 3.2.1.5 Composición botánica

Fue determinada por la participación porcentual de cada componente (gramíneas, leguminosas y malezas) en la mezcla. Dicha determinación se obtuvo mediante el promedio de las observaciones que se realizaron en cada tratamiento. La medición fue realizada a través de la apreciación visual utilizando el método de Botanal (Mannetje y Haydock 1963, Tothil 1978), antes del ingreso de los animales y luego de que fueron retirados.

#### 3.2.1.6 Peso de los animales

El peso de los animales fue determinado mediante pesadas individuales, las cuales se realizaron con balanza electrónica. Las respectivas pesadas se realizaron el 10/03/2011 (peso inicial), 01/04/2011 y 04/05/2011.

#### 3.2.1.7 Ganancia de PV kg/a/día.

La ganancia diaria individual (kg/día) promedio para el periodo de pastoreo se calculó de la siguiente forma, se dividió la ganancia de PV en el periodo de pastoreo del experimento (peso vivo final menos el inicial) sobre los días de pastoreo.

#### 3.2.1.8 Oferta de forraje

La oferta de forraje se calculó como el forraje ofrecido a los animales en kilos de materia seca cada 100 kilos de peso vivo para cada pastoreo y tratamiento.

#### 3.2.1.9 Producción de peso vivo kg/ha.

En este caso se calculó como los kilos de Peso Vivo producidos durante la duración del periodo de pastoreo por hectárea. Para esta situación se tomó la ganancia total del periodo de los animales en cada tratamiento por separado y se lo dividió por la superficie de los mismos, obteniendo de esta forma lo que ganan en peso en kg por hectárea de cada tratamiento.

### 3.3 HIPOTESIS

#### 3.3.1 Hipótesis biológica

- Existe efecto del tipo de mezcla sobre la productividad primaria de la pastura.

- Existe efecto en el desempeño animal según la composición de la mezcla.

### 3.3.2 Hipótesis estadística

Ho  $T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = 0$

Ha: Existe algún tratamiento distinto de cero

### 3.4 ANALISIS ESTADISTICO

Los resultados se procesaron mediante el análisis de varianza del modelo, a través del paquete estadístico INFOSAT, realizándose separación de medias cuando se encontraron diferencias significativas entre tratamientos mediante LSD Fisher al 10 %.

#### 3.4.1 Modelo estadístico

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

Siendo:

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

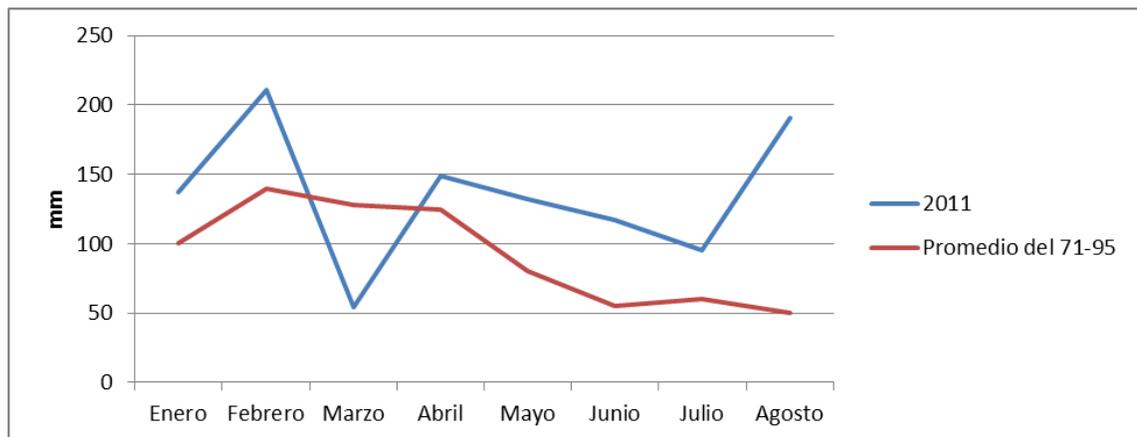
## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

En los meses que duró el experimento (09/03 al 10/05) las precipitaciones fueron muy variadas, siendo marzo el mes con mayor déficit con tan solo 54,6 mm en todo el mes. En los siguientes meses la situación se regularizó lloviendo 148,8 y 132,1 mm para los meses de abril y mayo respectivamente. Estos datos fueron extraídos de la estación meteorológica automática de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni.

A continuación se presentan los datos referentes a las precipitaciones medidas para los primeros ocho meses del año 2011 en comparación con el promedio de la serie histórica que abarca desde 1971 hasta 1995.

Figura No. 2. Precipitaciones para el periodo experimental e histórico (1971-1995).



Como se observa en la figura anterior existieron diferencias de precipitaciones en el año 2011 en comparación al promedio de la serie histórica. La mayor diferencia se da en el mes de marzo, mes en el cual se inició el periodo de evaluación. Para el mencionado mes el total de precipitaciones fue

de 54,6 mm, para el resto de los meses los registros siempre fueron mayores al promedio histórico. Viendo estos datos las precipitaciones no serían un problema en dicho experimento para las especies evaluadas, pero es importante destacar que en los meses de octubre, noviembre y diciembre del año anterior llovieron 70, 38, y 94 mm respectivamente, los cuales se encontraban por debajo del promedio, lo que repercutió negativamente en la persistencia de las mezclas y favorece a la emergencia de las malezas.

Figura No. 3. Temperatura para el periodo experimental e histórico (1971-1995).

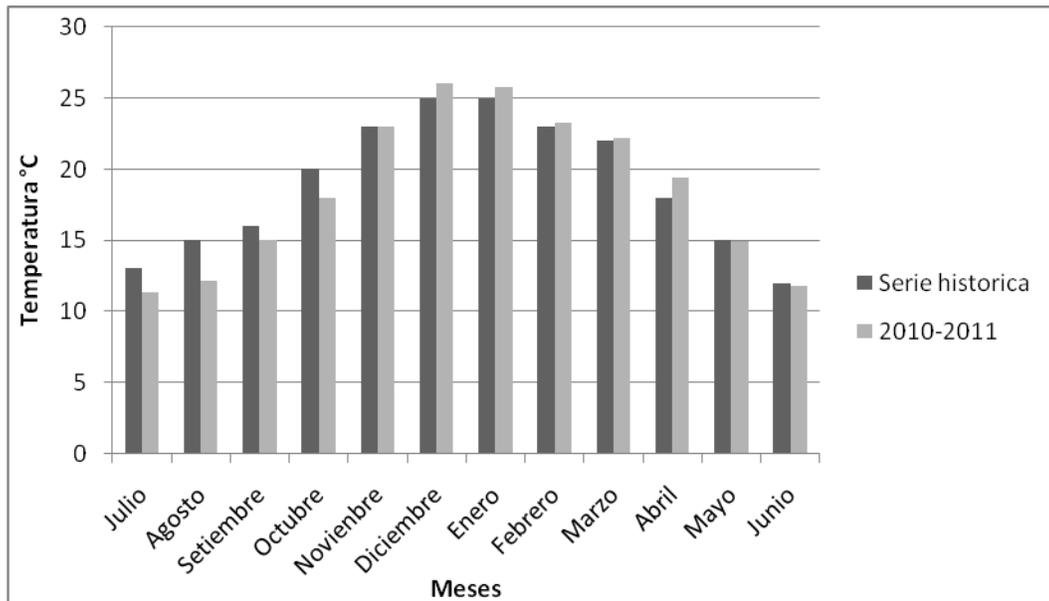
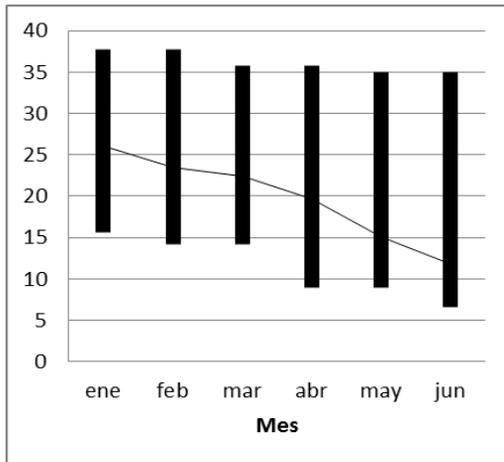


Figura No. 4. Temperaturas mínimas y máximas durante el período experimental



Las temperaturas necesarias para un buen desarrollo de las especies con metabolismo C3 como la mayoría de dicho experimento menos los *Paspalum* son de 20 a 25 °C (Mitchell, citado por Langer, 1981), por lo que se puede decir que en diciembre y enero las temperaturas fueron superiores a 25°C que junto con el stress hídrico que se dio a fines de primavera principios de verano, podría estar afectando negativamente la producción de forraje. En los meses siguientes las temperaturas se encuentran dentro del rango apropiado para su adecuado crecimiento.

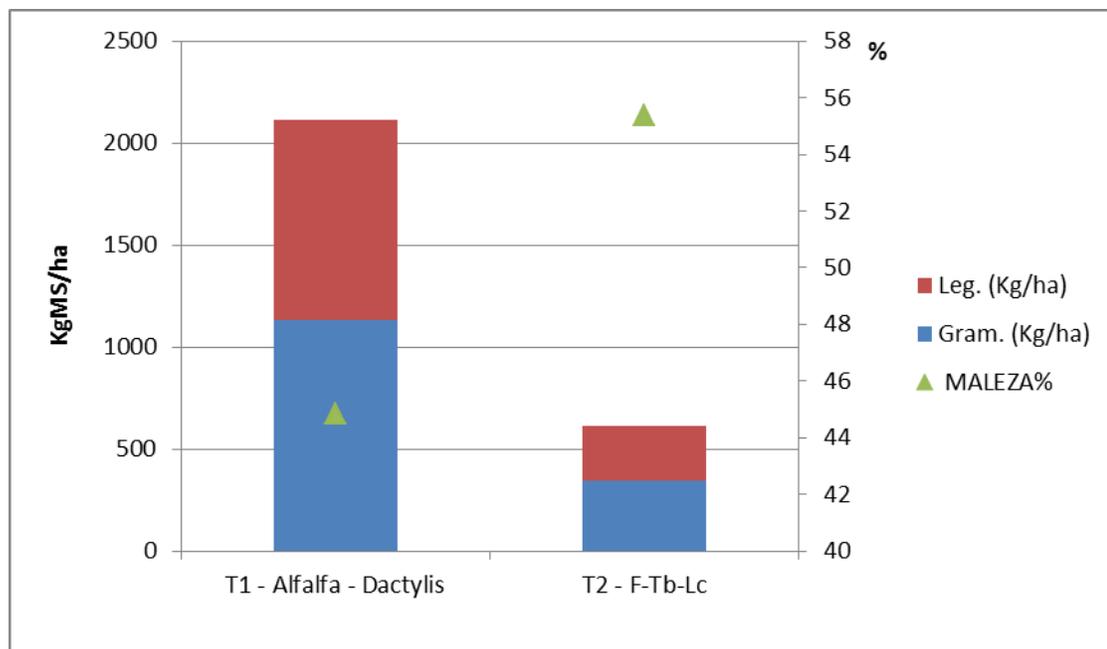
#### 4.2 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Para el análisis de los datos obtenidos en el experimento se resolvió procesar la información en dos tratamientos, debido a que tanto el *Paspalum dilatatum* como el *Paspalum notatum* no aportaban en la mezcla de Festuca, Trébol blanco y Lotus por su nula implantación.

- Tratamiento 1: *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.
- Tratamiento 2: *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

En el siguiente gráfico se puede observar la proporción de los componentes gramínea, leguminosa y maleza promedio de todo el período experimental. Los componentes de gramínea y leguminosa están expresados en kg MS/ha, mientras que el componente maleza esta en porcentaje.

Figura No. 5. Proporción del componente gramínea, leguminosa y maleza en las mezclas.



En cuanto a la producción de forraje, existieron diferencias estadísticas entre los dos tratamientos, siendo mayor el tratamiento 1, compuesto por *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata*, lo que hace también tener una menor proporción de malezas por competencia de las especies sembradas.

Esto está dado por la adaptación del *Dactylis* a las altas temperaturas, en comparación con las otras gramíneas templadas invernales sembradas en el país, que le permite competir frente al enmalezamiento (García, 1997). Por su lado *Medicago sativa* por su resistencia a la sequía le permite suministrar forraje durante el verano (Rebuffo, 2005). Posee una raíz pivotante que puede alcanzar hasta los 10 metros de profundidad y de esta manera llegar al agua en las capas más profundas (Carámbula, 1977).

El tratamiento 2 tiene una mayor proporción de malezas, dado por la baja producción y por ende baja competencia de las especies sembradas. Esto es debido a que por un lado la *Festuca* no tiene reposo estival, pero requiere un manejo cuidadoso en verano (Langer 1981, Carámbula 2010). Según Formoso (2010) el verano es un periodo de alta susceptibilidad y fragilidad para dicha especie. Y por otro lado el trébol blanco se adapta a suelos fértiles, húmedos y medianos a pesados, no tolerando suelos superficiales. De lo contrario sufre la falta de agua y muchas plantas pueden morir en el verano (Smethan, 1981b).

La única similitud encontrada en ambos tratamientos es la mayor proporción de gramíneas con respecto a las leguminosas, aunque es mayor la diferencia en el tratamiento 2, esto no coincide con lo mencionado por Carámbula (1977), que destaca que en el segundo y tercer año domina el componente leguminosa de la mezcla. La no coincidencia con el autor se debe a que en la actualidad se ha mejorado en la implantación de las gramíneas perennes, los métodos de siembra directa en línea y a una profundidad

adecuada dependiendo de la especie. Otras de estas diferencias es que las pasturas mencionadas por Carámbula utilizaban raigrás como principal componente de gramínea, siendo esta una especie anual, lo cual permitía que en el segundo y tercer año dominen las leguminosas.

Además el período de stress hídrico de finales de primavera y comienzo del verano provocó una marcada disminución de las leguminosas componentes del tratamiento 2, fundamentalmente trébol blanco, lo que determinó una menor proporción de esta fracción y un incremento en el suelo descubierto que fue capitalizado por las malezas anuales estivales como *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa colona* y *Setaria geniculata*.

#### 4.2.1 Composición botánica de cada bloque según tratamiento

A continuación se presenta la composición botánica de los bloques en cada tratamiento. Cada bloque está representado por la fecha en la cual se inició el pastoreo en el mismo.

Figura No. 6. Composición botánica del forraje disponible del tratamiento 1, según fecha y bloque

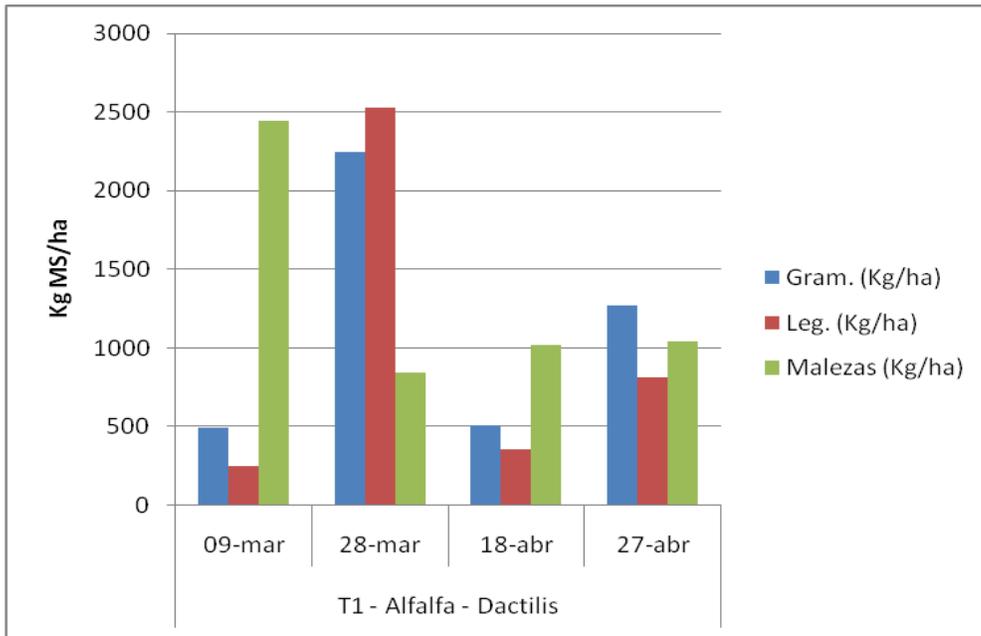
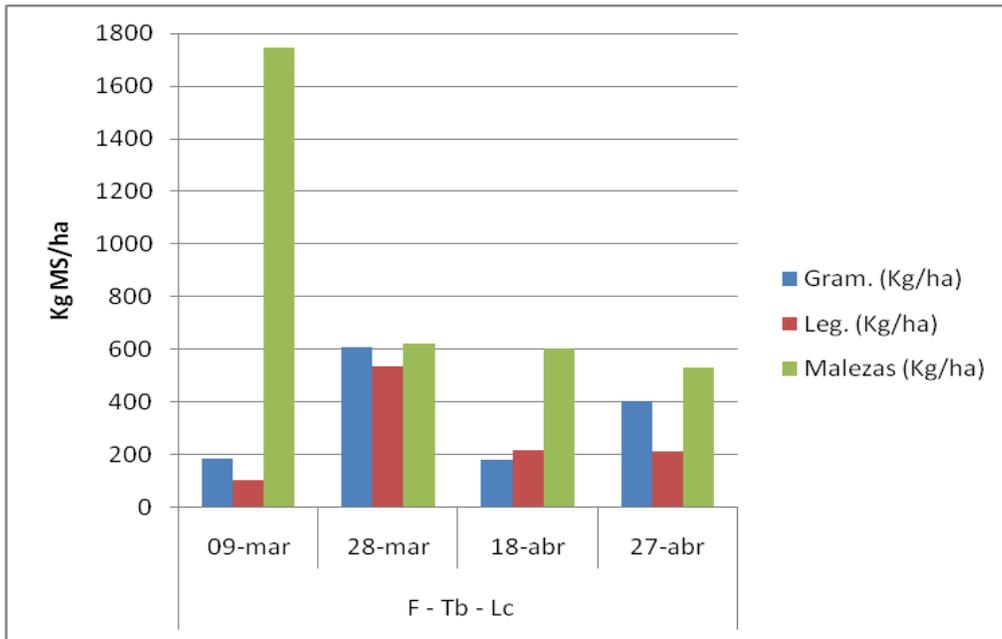


Figura No. 7. Composición botánica del forraje disponible del tratamiento 2, según fecha y bloque.



Como ya fue mencionado las fechas 09 de marzo, 28 de marzo, 18 de abril y 27 de abril corresponden a la composición botánica de los bloques 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

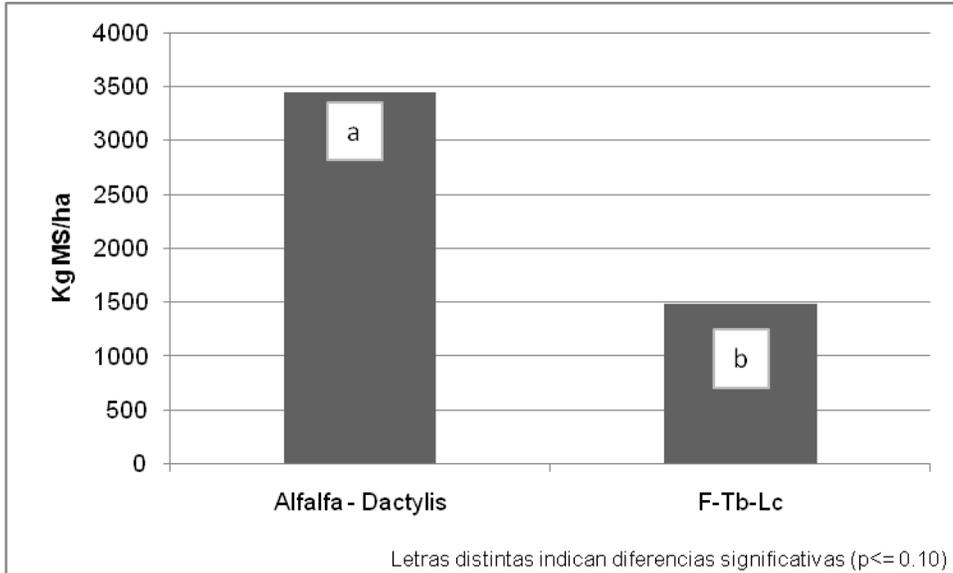
En dichas gráficas se puede observar que en el periodo de estudio hubo un alto enmalezamiento estivo-otoñal en los dos tratamientos, pero fue significativamente mayor en la mezcla con Festuca, Trébol y Lotus. A su vez la proporción de cada componente varió según los bloques, en la composición medida el 28 de marzo, segunda fecha, fue donde los componentes gramínea y leguminosa se comportaron mejor en ambos tratamientos debido a una mejor condición edáfica ya que se encuentra en un bajo. Por otro lado en las situaciones que comprenden las fechas 18 y 27 de abril se ve una mejoría en la

presencia de especies sembradas en comparación a la situación dada el 9 de marzo y menor proporción de malezas. Esto está explicado en parte por el aumento en las precipitaciones en el mes de abril superando estas al promedio histórico. También es importante destacar que la mayor parte de la superficie del bloque tres corresponde a un “blaqueal”, lo cual a pesar de las buenas condiciones ambientales este bloque tiene una menor proporción de especies sembradas y una mayor proporción de malezas que las parcelas que fueron pastoreadas a partir del 27 de abril. Dicho enmalezamiento está compuesto principalmente por *Digitaria sanguinalis*, *Setaria geniculata*, *Echinochloa*, *Eleusine tristachya*, *Eragrostis lugens* e *Histerionica pinnatifida*, todas ellas, especies anuales estivales que se promueven por la aparición de espacios vacíos que dejan las especies templadas al comienzo del verano.

#### 4.3 FORRAJE DISPONIBLE

La figura No. 8 permite observar la disponibilidad de materia seca promedio al inicio de cada pastoreo, observándose diferencias significativas entre los tratamientos, a favor de la mezcla con *Dactylis*.

Figura No. 8. Disponibilidad promedio de forraje.



Estas diferencias pueden estar dadas por las diferencias de producción entre las mezclas, ya sea por la adaptación del Dactylis a las altas temperaturas en comparación con las otras gramíneas sembradas en el país (García, 1995) y por la alfalfa y su resistencia a la sequía que le permite suministrar forraje durante el verano (Rebuffo, 2005).

Cuadro No. 1. Altura del disponible según tratamiento.

TRATAMIENTO	Altura disponible (cm)
T1 - Alfalfa - Dactylis	15,5 a
T2 - F-Tb-Lc	15,6 a

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

A diferencia de la disponibilidad de materia seca, la altura disponible de los dos tratamientos no presenta diferencias significativas como se observa en

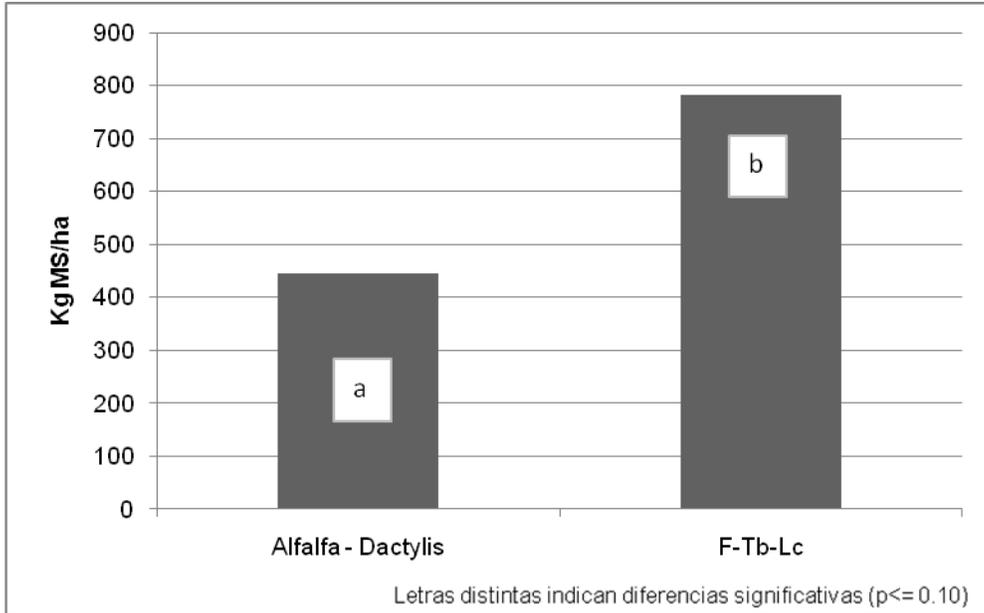
el cuadro anterior. Estas diferencias en peso para los distintos tratamientos se explican principalmente por los diferentes componentes de las mezclas, siendo la alfalfa y el dactylis especies de mayor densidad por cm de altura. Otra explicación es que en el tratamiento 2 debido a la pérdida de plantas de trébol blanco por su baja persistencia estival, hubo un mayor enmalezamiento, teniendo estas un menor peso por cm de altura.

Zanoniani et al. (2006) menciona que la altura de ingreso para el tipo de mezcla del tratamiento 2 es de 15 a 20 cm, estos valores concuerdan con la altura del disponible del tratamiento 2. Sin embargo si tenemos en cuenta la presencia de alfalfa en la mezcla con dactylis esta altura de comienzo de pastoreo no es adecuada ya que la altura de ingreso para la alfalfa pura es mayor que la recomendada por Zanoniani (Formoso, 2000).

#### 4.4 FORRAJE REMANENTE

La cantidad de forraje remanente promedio presentó también diferencias significativas entre tratamientos, en este caso hubo mayor remanente en la mezcla con festuca.

Figura No. 9. Remanente de forraje promedio.



Las diferencias observadas en la gráfica anterior esta dadas principalmente por los hábitos de crecimientos de las distintas especies y por la proporción de malezas. Con respecto a los hábitos de crecimiento el tratamiento 1 presenta menos kg MS/ha a una igual altura de remanente como se presenta en el cuadro siguiente, debido al crecimiento más erecto de las especies que componen la mezcla y también por el menor enmalezamiento. Por su lado el tratamiento 2 presenta especies sembradas de hábito más postrado como trébol blanco y a su vez un mayor enmalezamiento. Siendo las especies de malezas dominante *Echinochloa* y *Digitaria sanguinalis*, las que además eran visualmente más rechazadas por los animales dado al hábito postrado de la *Echinochloa* y al estado avanzado de crecimiento (reproductivo). Las causas antes mencionadas explican que para las alturas de los dos tratamientos que no presentaron diferencias significativas, si hay diferencias significativas en los kg de MS/ha.

Cuadro No. 2. Altura de remanente según tratamiento.

<b>TRATAMIENTO</b>	<b>Altura remanente (cm)</b>
<b>T1 - Alfalfa - Dactylis</b>	3,5 a
<b>T2 - F-Tb-Lc</b>	4,0 a

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

En el cuadro 2 se presentan las alturas de los remanentes para los distintos tratamientos mostrando que no existe diferencias significativas como ya fue explicado.

Las alturas remanentes manejadas en este trabajo no coinciden con los valores mencionados por Zanoniani et al. (2006), los cuales proponen una intensidad de pastoreo entre 5 y 7,5 cm, dicho trabajo fue realizado en otoño invierno mientras que éste trabajo es realizado en el período estivo otoñal, lo cual tratándose de esta época los valores de las alturas remanentes deberían ser superiores.

Los datos aportados por Agustoni et al. (2008) concuerdan con los resultados de Zanoniani (2006) y a su vez concuerdan en época y mezclas utilizadas. Mientras que Foglino y Fernandez (2009) a pesar de coincidir la época del experimento con los anteriores, su remanente está en el entorno de 4,7 cm.

#### 4.5 PORCENTAJE DE UTILIZACIÓN

Cuadro No. 3. Porcentaje de utilización según tratamiento.

TRATAMIENTO	%
T1 - Alfalfa – Dactylis	85 a
T2 - F-Tb-Lc	45 b

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

Como se puede apreciar existen diferencias significativas en el promedio de utilizations según tratamientos, existiendo mayor utilización en la mezcla con Dactylis. Esto se puede deber por un lado a la diferencia de estructura de las plantas, por el porte más erecto de la mezcla alfalfa dactylis y por otro lado por el menor grado de enmalezamiento.

Los datos presentados en dicho trabajo no concuerdan con los obtenidos por los siguientes autores. Almada et al. (2007) obtuvieron un 80% de utilización para una asignación del 2%, mientras que para una asignación de 4,5% obtuvieron un 68% de utilización. Foglino y Fernandez (2009) presentan datos de 65% de utilización con una asignación de forraje del 6%. Albano et al. (2010) registra bajo una asignación de forraje de 3,5% una utilización de 53% pastoreando frecuentemente, y del 65% pastoreando menos frecuente.

#### 4.6 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

En cuanto a la producción de forraje se observa en la figura no. 9 un mayor aporte de la mezcla Dactylis con Alfalfa durante el periodo de evaluación producto del mayor aporte tanto de la Alfalfa como de Dactylis, lo cual es coincidente con lo mencionado por Carámbula (1977), García (1995), Rebuffo (2005).

Por otro lado la menor producción de la mezcla de Festuca, Trébol blanco y *L. corniculatus* fue debido a la baja presencia de las especies estivales en el caso de *Lotus corniculatus* y nula presencia de *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*.

Figura No. 10. Producción de materia seca y contribución del componente gramínea, leguminosa y maleza de las mezclas.

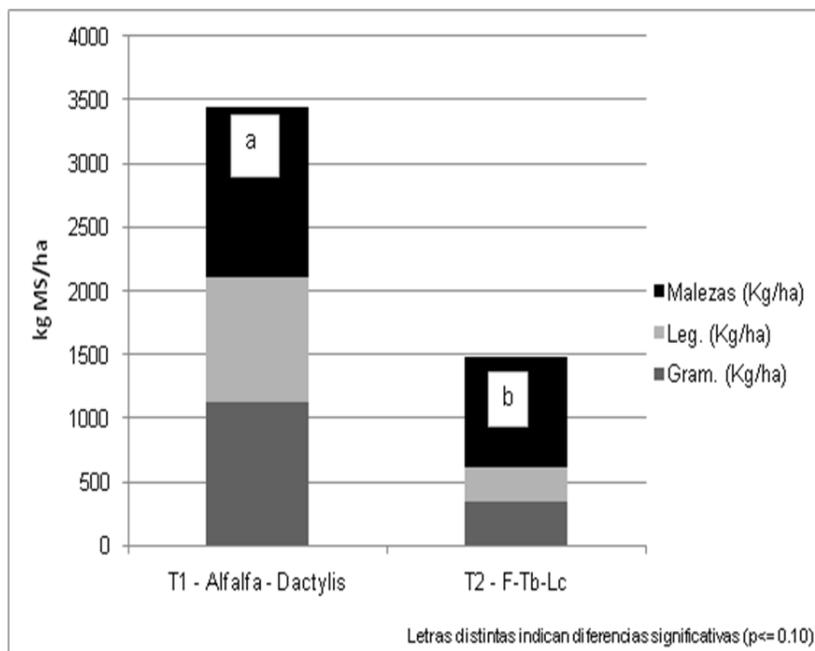
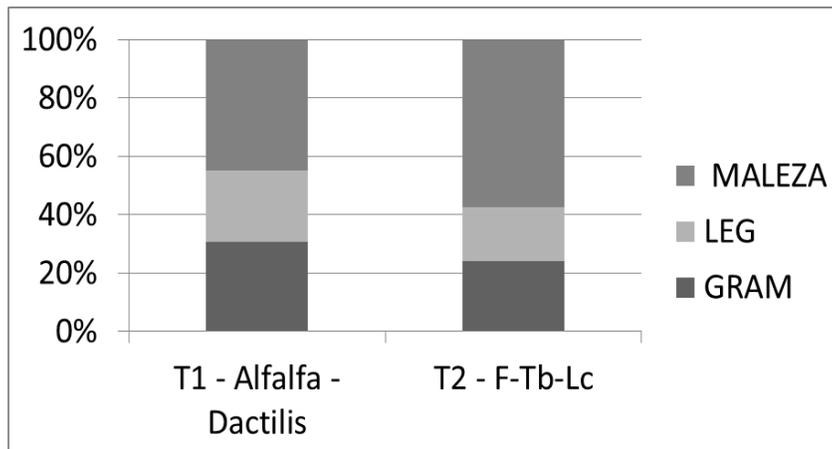


Figura No. 11. Composición en proporción del componente gramínea, leguminosa y maleza en las mezclas



Otro punto a considerar en la producción de forraje es el importante enmalezamiento observado en todas las mezclas, este fue significativamente superior en las mezclas con Festuca, ya que por su menor producción dado por los meses de noviembre y diciembre, compitieron menos con las malezas esto se puede ver claramente en la figura 11. Sin embargo, el enmalezamiento en valor absoluto dentro de las mezclas fue superior en el tratamiento 1, atenuado esto por el la alta producción de forraje comparado con el tratamiento 2.

#### 4.7 TASA DE CRECIMIENTO

Como se observa en el próximo cuadro la tasa de crecimiento promedio del tratamiento 1 fue más alta en comparación con el promedio del tratamiento 2. Esto se explica por las presencia tanto de alfalfa y dactylis que presentan mayor producción estival en comparación con las especies del tratamiento 2. Las condiciones climáticas favorables en cuanto a precipitaciones que se

observaron en los meses de enero y febrero, fueron mejor aprovechadas por las mencionadas especies del tratamiento 1 de buen comportamiento estival.

Cuadro no.4. Tasa de crecimiento promedio.

TRATAMIENTO	TC promedio KgMS/ha/día
T1 - Alfalfa - Dactylis	44,5 a
T2 - F-Tb-Lc	17,8 b

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

A continuación se presentarán las tasas de crecimiento de cada tratamiento, mostrando por un lado la tasa de crecimiento total, y por otro la tasa de crecimiento de la fracción gramínea y leguminosa, de cada bloque.

Figura No. 12. Tasa de crecimiento del tratamiento 1 según fecha y bloque.

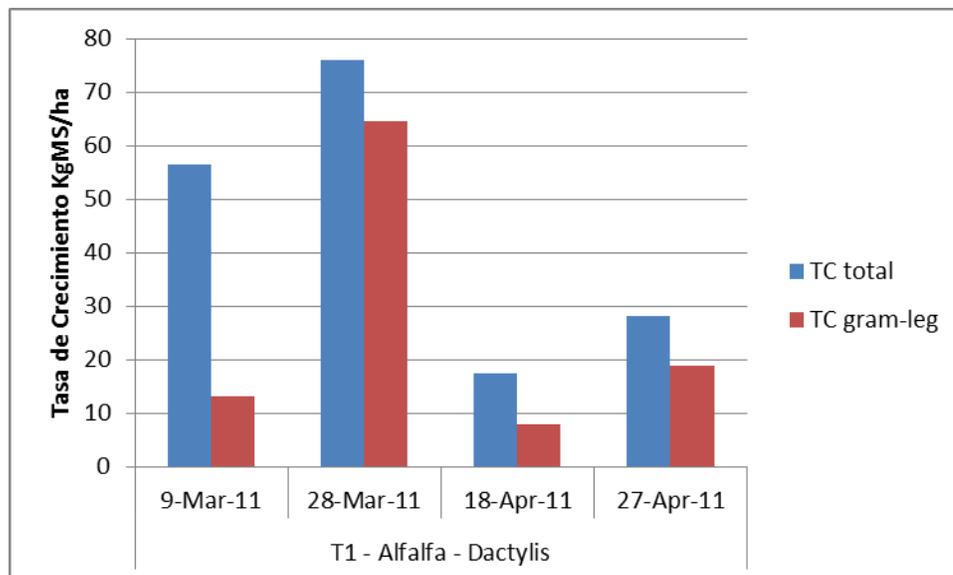
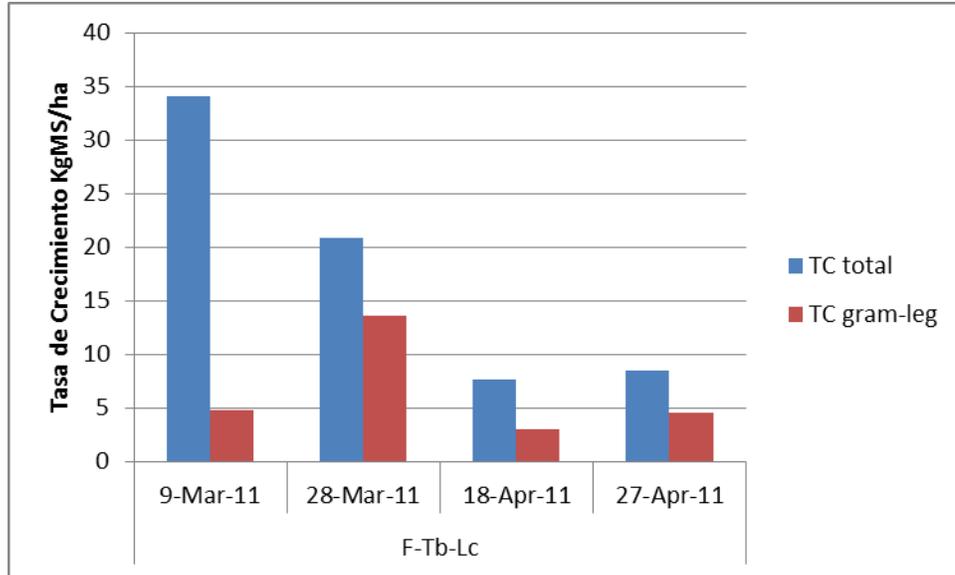


Figura No.13. Tasa de crecimiento del tratamiento 2 según fecha y bloque.



Dichos gráficos muestran la tasa de crecimiento de los dos tratamientos durante las fechas 09 de marzo, 28 de marzo, 18 de abril y 27 de abril.

A pesar de las precipitaciones de los meses de enero y febrero, estas no se ven reflejadas en altas tasas de crecimiento de la pastura para el bloque 1 en ninguno de los dos tratamientos, lo cual se ve mayormente explicado por el alto enmalezamiento estival. Donde este enmalezamiento compitió mas con las especies sembradas que en los siguientes bloques viendose esto reflejado en la diferencia entre tasa de crecimiento total y tasa de crecimiento gramínea-leguminosas.

Esto puede explicarse ya que en los meses de octubre, noviembre y diciembre, existió un déficit hídrico lo que hizo favorecer a las malezas, lo cual concuerda por lo dicho por Saldaín (2007) que la facilidad con la que una comunidad de especies se deja invadir por malezas depende del régimen de

remoción de la pastura y del suelo, clima y nivel de estrés a condiciones ambientales.

En el mes de marzo las precipitaciones fueron inferiores al promedio histórico, esto no repercute en la tasa de crecimiento del bloque dos lo cual esta explicado por la diferente condición edáfica siendo este bloque el “bajo”, además porque existió una adecuada recarga de agua del suelo producto de precipitaciones mayores al promedio histórico en los meses de enero y febrero y porque las malezas al ser estivales finalizan su ciclo y ejercen menor competencia a la pastura.

Durante el pastoreo del 18 de abril la mejora en condiciones ambiental debidas principalmente al buen régimen hídrico del mes de abril que fue superior al régimen histórico, no se reflejan en un aumento de la tasa de crecimiento de la pastura explicado esto nuevamente por condiciones edáficas. Lo anterior mencionado se debe que en este bloque la mayor parte corresponde a un “blanqueal”, suelo menos fértil y con malas condiciones estructurales.

Finalmente en el pastoreo siguiente mejoran las condiciones edáficas y el régimen hídrico, pero la tasa de crecimiento no llega a los valores del bajo.

Como fue mencionado al principio, el tratamiento 1 siempre presentó mayor tasa de crecimiento, debiéndose fundamentalmente a la presencia de especies de mejor comportamiento estival. Sin embargo comparando los bloques para los distintos tratamientos las diferencias entre estos se dieron principalmente por condiciones edáficas.

#### 4.8 PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se muestran los pesos promedios iniciales y finales de los animales según tratamiento, donde se desprende que el tratamiento con

Dactylis comienza con pesos numéricamente más bajos, pero finalizan el período con pesos significativamente más altos.

Cuadro No. 5. Pesos iniciales y finales según tratamiento.

<b>Tratamiento</b>	<b>Peso Inicial (Kg)</b>	<b>Peso Final (Kg)</b>
<b>T1. Alfalfa – Dactylis</b>	290	376 a
<b>T2. F - Tb – Lc</b>	308	349 b

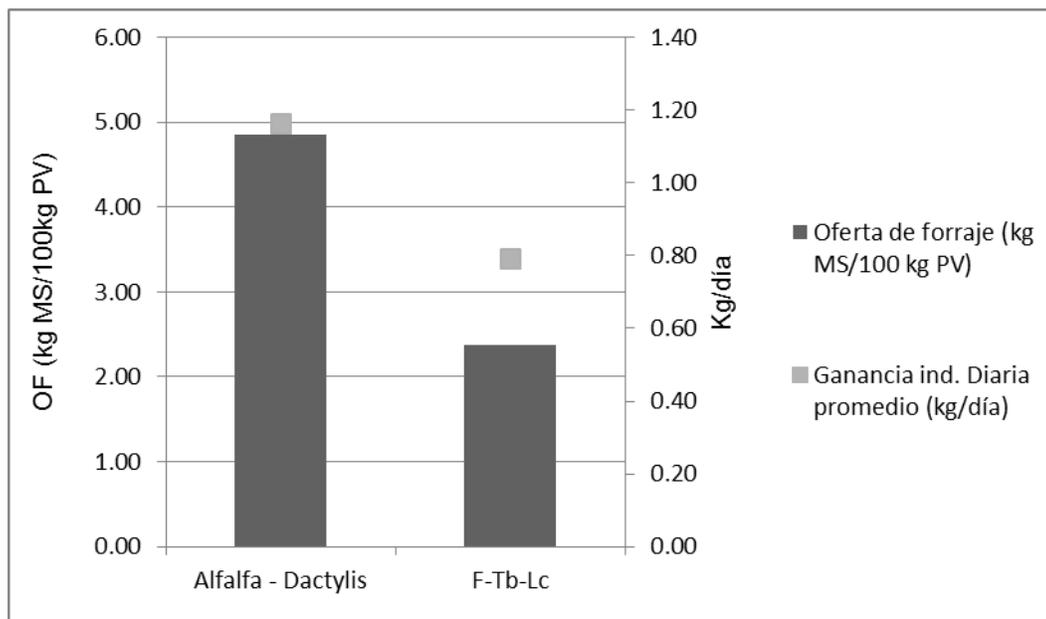
Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0.10$ )

Para llegar a un peso superior los novillos que se encontraban en el tratamiento con Dactylis tuvieron ganancias promedio significativamente mayores, de 1,2 kg/día, contra 0,8 kg/día en el tratamiento 2.

Estas diferencias podrían estar dadas por las diferentes ofertas de forraje, ya que en el tratamiento 1 se encontraban con una asignación promedio de 4,9%, en comparación con el tratamiento 2 que estaban a una asignación promedio de 2,4%. En este sentido Hodgson (1990), destaca que animales comiendo a bajas ofertas se ven limitados en las posibilidades de seleccionar, consumiendo mayor cantidad de forraje de menor calidad, lo que afecta su desempeño individual. Con alta presión de pastoreo se reduce la selectividad, disminuye la producción individual y se puede incrementar la producción por hectárea al lograrse una mayor eficiencia de cosecha. Por otro lado además de las diferencias en la asignación de forraje, existen diferencias en la calidad de las mezclas ya que las especies que componen el tratamiento 1 presentan por un lado el Dactylis que se adapta mejor a altas temperaturas en comparación con otras gramíneas templadas invernales (García, 1997), y por otro lado Alfalfa presenta resistencia a la sequía lo que le permite suministrar forraje en el verano (Rebuffo, 2005), siendo este forraje de mayor calidad como menciona Smethan (1981b), por presentar las leguminosas menos fibra que las

gramíneas y una mayor relación carbohidratos solubles e insolubles. También tiene mayor contenido de proteínas que las gramíneas. Otro punto es lo que menciona Carambula (2010), que se puede afirmar que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas sobre las gramíneas es causa de una menor concentración de las paredes celulares. El tratamiento 1 como se observa en la figura No. 4 se encontraba menos enmalezado comparado con el tratamiento 2. Éste último no solo se encontraba mas enmalezado sino que las malezas existentes poseen metabolismo C4 y se encontraban en estado reproductivo lo cual el forraje ofrecido es de menor calidad que el tratamiento 1, lo cual determinó que a pesar de la menor oferta la utilización fue menor dado que el remanente de este componente fue más alto dado su menor calidad.

Figura No. 14. Ganancia diaria en kg según Oferta de forraje, según tratamiento.

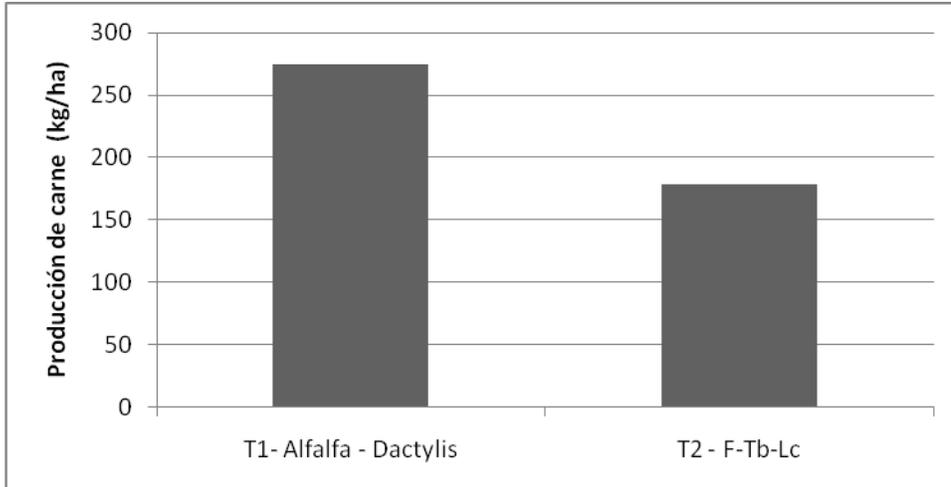


En el gráfico anterior se presentan los datos de ganancia diaria según oferta de forraje. Estos datos son similares a los obtenidos por Agustoni et al. (2008), que con asignaciones de forraje de 2% y 4% obtuvieron ganancias de 0,6 y 1,2 kg/día respectivamente, siendo las mismas diferentes significativamente. Es importante aclarar que dicho trabajo fue realizado a partir del mes de junio hasta noviembre, con pradera mezcla compuesta por *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*.

Datos presentados por Simeone et al. (2004) muestran que con ofertas de forraje de 3 y 6 kg de MS/100kg de peso vivo se obtuvieron ganancias de 0,299 kg/día y 0,483 kg/día, diferentes significativamente, respectivamente para verano, en una pastura mezcla de gramíneas y leguminosas con novillos Hereford de 280 kg. Estas ganancias son menores a los obtenidos en el presente trabajo a pesar de tener asignaciones mayores, siendo las únicas diferencias halladas las distintas razas y mezclas utilizadas.

Con respecto a la producción de peso vivo se encontraron diferencias en el período en estudio según tratamiento, dando mayores resultados los de la mezcla de Alfalfa con Dactylis.

Figura No. 15. Producción de peso vivo según tratamiento.



Lo observado por Mott (1960), dice que cuando la carga es baja la producción por animal es alta. Si se aumenta la carga se provoca una disminución en la ganancia individual de los animales, esto debido a que el forraje disponible por animal comienza a disminuir y aumenta la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de cierto rango debido a que la tasa de incremento de la carga es mayor a la tasa de disminución de producción por animal. Luego de este rango la producción por hectárea también disminuye debido a un marcado descenso en la productividad individual por animal. Según Agustoni et al. (2008) la carga óptima estaría comprendida entre 5,6% y 6,8% de asignación.

Lo que se desprende del gráfico concuerda con lo mencionado con Mott (1960) ya que la alta carga del tratamiento 2 dio como resultado una baja ganancia individual de los animales, produciendo menores aumentos de peso vivo por hectárea el tratamiento 2 con respecto al tratamiento 1 (178 kg/ha contra 275 kg/ha). Si comparamos los datos del presente trabajo con los trabajos de Agustoni et al. (2008), Foglino y Fernandez (2009), Fariña y

Saravia (2010), la producción por hectárea es menor dado que obtuvieron valores entre 400 y 600 kg/ha para distintas asignaciones. Esto puede deberse a menores producciones de materia seca por hectárea y menor calidad obtenidas en este trabajo por tratarse de un periodo estivo otoñal, cuando los trabajos que se han utilizado para comparar, su período de evaluación es invierno-primavera. La diferencia de las estaciones no solo repercute en la producción y calidad del forraje, sino que también es un estrés calórico para los animales. Ésta combinación de factores genera limitaciones en el consumo diario de materia seca y nutrientes además de incrementar los requerimientos de mantenimiento, afectando el balance energético del animal (Simeone, 2010). A su vez, Simeone (2008) dice que la menor producción de forraje y la pérdida de calidad de las pasturas durante el verano se reflejan en una fuerte caída en la ganancia del peso vivo de los animales en pastoreo, en especial en vacunos en crecimiento, en comparación con las ganancias que alcanzan en primavera. Otro factor que pueden determinar estas diferencias es el alto enmalezamiento que presentaban ambos tratamientos siendo superior en la mezcla de festuca, lotus y trébol blanco, disminuyendo la calidad del forraje disponible. A pesar de ello no es de esperar un mejor desempeño animal al aumentar la oferta de forraje del tratamiento de festuca, dado que el principal componente de las pasturas eran malezas anuales estivales en estado reproductivo de muy baja calidad, lo que se observa en la gráfica No. 7 (mayor forraje remanente del T2), por lo cual la situación final de estas pasturas si hubiesen sido manejadas con menor carga hubiesen determinado un mayor retraso del rebrote de las especies sembradas por sobrepastoreo de ellas por tener más calidad y sombreado de las malezas que serían más rechazadas, situación similar a la reportada por Albano et al. (2010) en donde una mayor acumulación de biomasa de malezas por mayor período de descanso determinó una menor producción de las especies sembradas.

## 5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se puede decir que existen diferencias significativas en cuanto a la producción de forraje de cada tratamiento.

La mezcla dactylis y alfalfa mostro ser la que produce mayor cantidad de materia seca por hectárea, mayor cantidad de forraje disponible al inicio de cada pastoreo y la que presentó un menor enmalezamiento en relación a la mezcla compuesta por festuca trébol blanco y lotus.

La única similitud encontrada entre los tratamientos es que ambos contaban con la misma proporción de gramíneas, siendo ésta mayor que el componente leguminosa en ambos tratamientos.

En cuanto a la producción animal el tratamiento con dactylis y alfalfa alcanzó mayores ganancias diarias y mayor producción de carne por hectárea que el tratamiento con festuca, trébol blanco y lotus. Esto se debió a que la mezcla del tratamiento 1 produjo más forraje y se enmalezó menos que la mezcla con festuca lo que generó que la asignación de forraje para el tratamiento 1 sea mayor que para el tratamiento 2.

## 6. RESUMEN

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República; Paysandú, Uruguay) ubicada sobre la ruta nacional No. 3, Km 363, en el período estivo-otoñal, entre las fechas 10 de enero de 2011 al 10 de mayo del 2011 sobre una pradera de segundo año compuesta por cuatro mezclas forrajeras. Los objetivos del experimento fueron evaluar la producción estivo-otoñal de forraje y de carne para las cuatro mezclas forrajeras, utilizando 5 novillos Holando por parcela cuyo peso inicial promediaba los 304 kg. El tratamiento 1 era *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, el tratamiento 2 era *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, el 3 *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum dilatatum* y el tratamiento 4 estaba compuesto por las especies *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Paspalum notatum*. Los cultivares usados fueron Tacuabé en festuca, INIA Perseo en dactylis, Chaná en alfalfa, San Gabriel en lotus, Zapicán en trébol blanco, Pensacola para el notatum y un cultivar comercial para el dilatatum. El manejo del pastoreo se hizo de forma rotativa midiéndose forraje disponible y forraje remante al inicio y al finalizar cada pastoreo, analizándose también la composición botánica de cada tratamiento. Los animales se pesaban al salir de cada pastoreo. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar y el área experimental abarcaba 5,11 ha que fueron divididas en cuatro bloques correspondiendo cada uno de ellos a una repetición. A su vez cada bloque fue dividido en cuatro parcelas conteniendo cada una de ellas los tratamientos antes mencionados. Debido a que las gramíneas de verano tuvieron nula implantación en las parcelas del experimento, se unificaron los tratamientos 2, 3 y 4 en un solo tratamiento denominado Tratamiento 2. Los resultados muestran que existen diferencias significativas en producción de materia seca entre los tratamientos siendo el

tratamiento 1 el que produjo más, 3450 kg MS/ha frente a 1486 kg MS por hectárea que produjo el tratamiento 2. Existieron diferencias también en lo que respecta al forraje remanente en cada tratamiento, siendo el tratamiento 1 en el que menos forraje remanente se midió con 446 kg de MS por hectárea, mientras que en tratamiento 2 se registraron 782 kg de MS/ha. Las alturas de entrada y salida no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo la utilización de forraje fue significativamente mayor en el tratamiento 1 que en el tratamiento 2 (85% frente a 46% respectivamente). La producción de carne fue de 275 kg/ha en el tratamiento 1 y de 178 kg/ha en el tratamiento, diferencias dadas por las distintas asignaciones y las distintas calidades de los forrajes durante el periodo en cuestión.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Pastoreo; Producción estival.

## 7. SUMMARY

The present study took place in the Experimental Station “Dr. Mario A. Cassinoni” (Agronomy College, University of the Republic; Paysandú, Uruguay), during summer and autumn between the 10 of January and the 10 of May, on a 2 year old pasture with four different pasture mixtures, located in paddock number 34. The main objective of the experiment was to evaluate the forage and meat production during summer and autumn by using 5 Holstein steers with an average initial weight of 304 kg. The first treatment had *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, the second treatment was sowed with *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*, the third one had *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* and *Paspalum dilatatum* and the fourth treatment had *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* and *Paspalum notatum*. The genetic material used for tall fescue was Tacuabé, for orchard grass was INIA Perseo, for lucern grass Chaná, white clover Zapicán, bird’s foot was San Gabriel, Pensacola was used for notatum and a commercial material for dilatatum. Rotational grazing was used during the experiment, taking measurements of the available forage and remnants every time the steers entered and left the paddocks. Botanical composition was also analyzed for each treatment. Steers were weight after each block. The experimental design consisted in completely randomized blocks in an area of 5.11 ha divided in four blocks were each block was meant to be a repetition. Each block was divided into four paddocks each one containing one of the mixtures mentioned above. Treatments 2, 3 and 4 had to be considered as one due to lack of implantation that the summer grasses had, and that was called Treatment 2. The results of the experiment showed that treatment 1 produced more DM, 3450 kg DM/ha, than treatment 2 which produced just 1486 kg of DM per hectare, within significant difference. Statistical difference was also found in the measurements for the remnant’s dry matter where treatment 1 had 446

kgDM/ha and treatment 2 had 782 kgDM/ha. There was no significant difference for the available and for the remnant heights of forage even though the utilization was significantly greater for treatment 1 than for treatment 2 (85% and 46% respectively). Treatment 1 produced more beef than treatment 2 by producing 275 kg per hectare while T2 only produced 178 kg/ha. These differences were due to the different forage offers that the grazing animals were forced into and the different quality of the pastures during the experiment.

Key words: Pastures; Grazing; Summer production.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTONI, F.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. ALBANO, E.; ÁLVAREZ, G.; NÚÑEZ, R. 2010. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad estivo otoñal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 114 p.
3. ALMADA, S.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPITRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 110 p.
4. BROUGHAM, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agriculture Research. 7: 377-387.
5. BURSON, B. L.; WATSON, V. H. 1995. Bahiagrass, dallisgrass, and other paspalum species. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. eds. Forages, an introduction to grassland agriculture. Ames, Iowa State University Press. pp. 431- 440.
6. CANGIANO, C. 2001. Alfalfa la “reina” de las forrajeras. Siembra de alfalfa en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. Revista Visión Rural. no. 42: s.p.
7. CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
8. \_\_\_\_\_. 2006. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, pp. 360-361.
9. \_\_\_\_\_. 2007. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
10. \_\_\_\_\_.2010. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
11. CARLEVARO, A.; CARRIZO, J.A. 2004. Comparación de la producción de mezclas forrajeras bajo manejos de defoliación basados en la

cobertura del suelo y altura del tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 165 p.

12. CHILIBROSTE, P.; SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.
13. COLL, J. 1991. Producción de semilla de *Paspalum dilatatum*. Montevideo, INIA. 21 p. (Serie Técnica no. 4).
14. CORNACCHIONE, M. 2003. Crecimiento y manejo para un uso eficiente como integrante de la cadena forrajera de los sistemas ganaderos locales. (en línea). Santiago del Estero, INTA. Consultado 20 oct. 2011. Disponible en [http://anterior.inta.gob.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/santiago/info/documentos/forraje/0007art\\_alfacrec.htm](http://anterior.inta.gob.ar/f/?url=http://anterior.inta.gob.ar/santiago/info/documentos/forraje/0007art_alfacrec.htm)
15. DIAZ, J.; GARCIA, J.; REBUFFO, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, INIA. pp. 1-10 (Serie Técnica no. 71).
16. ESCUDER, C.J. 1997. Morfología de las gramíneas y leguminosas forrajeras. Implicancias en el manejo. In: Cangiano, C.A. ed. Producción animal en pastoreo. La Barrosa, Balcarce, Argentina, INTA. pp. 5-13.
17. ESPASANDIN, A. 1996. Características de la pastura y comportamiento de novillos pastoreando una cobertura de *Lotus corniculatus* bajo diferentes asignaciones de forraje. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 48 p.
18. FARIÑA, M.F.; SARAVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
19. FLORES, R.A.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; DALL'AGNOL, M. 2004. Caracterização morfofisiológica de genotipos de trevo-branco (*Trifolium repens* L.). Agrocienca (Montevideo). 8 (1): 23-30.
20. FOGILINO, F.; FERNANDEZ, J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, trébol blanco, lotus *corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.

21. FORMOSO, F.; GARCIA, J.; REBUFFO, M. 1991. Las forrajeras de la Estanzuela. Montevideo, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
22. \_\_\_\_\_. 1993. *Lotus corniculatus*, I. performance forrajera y características agronómicas. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 37)
23. \_\_\_\_\_. 1995a. Bases morfológicas y fisiológicas en el manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-17 (Serie Técnica no. 80).
24. \_\_\_\_\_. 1995b. Época de diferenciación floral y alargamiento de entrenudos festuca, dactylis y falaris. Montevideo, INIA. pp. 1-15 (Serie Técnica no. 59).
25. \_\_\_\_\_. 2000. Alfalfa en mezclas forrajeras. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 75-96 (Boletín de Divulgación no. 69).
26. \_\_\_\_\_. 2006. Instalación de pasturas, conceptos claves. In: Jornada de Divulgación (2006, INIA La Estanzuela). Pasturas y reservas forrajeras. Montevideo, INIA. pp. 6-14 (Actividades de Difusión no. 451).
27. \_\_\_\_\_. 2010. *Festuca arundinacea*; manejo para la producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 200 p. (Serie Técnica no. 182).
28. \_\_\_\_\_. 2011a. Comportamiento productivo de leguminosas forrajeras en situaciones de estrés: sequías, bajas temperaturas e interferencia de gramíneas. In: Formoso, F. ed. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) Pers.). Montevideo, INIA. pp. 219-233 (Serie Técnica no. 188).
29. \_\_\_\_\_. 2011b. Efectos de la frecuencia de defoliación sobre la producción de forraje. In: Formoso, F. ed. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) Pers.). Montevideo, INIA. pp. 207-213 (Serie Técnica no. 188).

30. \_\_\_\_\_. 2011c. Factores relacionados con la composición de mezclas forrajeras, inclusión de gramíneas anuales, aumento de densidades de siembra, fertilización, variables ambientales, tipo de abresurco. *In*: Formoso, F. ed. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (*Cynodon dactylon*, (L) Pers.). Montevideo, INIA. pp. 197-207 (Serie Técnica no. 188).
31. GARCIA, J. 1995. *Dactylis glomerata* L. INIA LE Oberón. Montevideo, INIA. pp. 1-10. (Boletín Divulgación no. 49)
32. \_\_\_\_\_. REBUFFO, M. 1997. Importancia del ciclo de las variedades forrajeras en los sistemas intensivos. *In*: Indarte, E.; Restaino, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería intensiva. Montevideo, INIA. pp. 9-15 (Serie Técnica no.15).
33. GARIN DE NARDO, D.; ESTEVES, A.; RINALDI, C. 1993. Performance de novillos holando bajo distintas presiones de pastoreo en campo natural con *Lotus corniculatus* en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.
34. GIMÉNEZ, A.; RÍOS, A. 1992. Ecofisiología de malezas. Investigaciones Agronómicas. 1(2): 157-166.
35. HEITSCHMIDT, R.K.; BRISKE, D.D.; PRICE, D.L. 1990. Pattern of interspecific tiller defoliation in a mixed-grass prairie grazed by cattle. *Grass and Forage Science*. 45: 215-222.
36. HENNING, J.C.; RISNER, N. 1993. Orchardgrass. (en línea). Missouri, MU Extension. Consultado 17 dic. 2011. Disponible en <http://extension.missouri.edu/p/G4511>.
37. HODGSON, J. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
38. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTGACIÓN AGROPECUARIA (INIA); INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). EQUIPO DE EVALUACION DE CULTIVARES. 2011. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales bianuales y perennes, periodo 2010. La Estanzuela. 94 p.

39. LABANDERA, M. 2000. Comportamiento de cultivares. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 17-26 (Boletín de Divulgación no. 69).
40. LANGER, R.H.M. 1981. Especies y variedades de gramíneas. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 75-97.
41. LEAVER, J.D. 1982. Grass height as an indicator for supplementary feeding of continuously stocked dairy cows. Grass and Forage Science. 8 (4): 285-297.
42. LUCAS, H. L. 1963. Determination of forage yield and quality from animal responses. Miscelánea USDA. no. 940: 43-54.
43. MANNETJE, L't.; HAYDOCK, K. P. 1963. The dry-weight-rank method for the botanical analysis of pasture. Journal of the British Grassland Society. 18: 268-275.
44. MARSH, R. 1979. Effect of herbage DM allowance on the immediate and long term performance of young Friesian steers at pasture. New Zealand Journal of Agricultural Research. 22 (2): 209-219.
45. MICHELINI, D. 2010. Caracterización morfogenética del *Paspalum dilatatum* (Poir). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 107 p.
46. MILLOT, J. C. 1991. Manejo del pastoreo y su incidencia sobre la composición botánica y productividad del campo natural. In: Carámbula, M.; Indarte, E.; Vaz Martins, D. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 68-70 (Serie Técnica no.13).
47. MOLITERNO, E. A. 1998. Intensificación de la producción forrajera en el país. Antecedentes y evolución de los últimos años. Cangüé. no. 12: 8-12
48. \_\_\_\_\_. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. Agrociencia. 4 (4): 40-52.
49. MONTOSSI, F.; RISSO, D.; FIGURINA, G. 1996. Consideración sobre utilización de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A.

eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-106 (Serie Técnica no. 80).

50. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and measurement of pasture production. In: International Grassland Compress (8°. 1960, Berkshire, England). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
51. MORLEY, F.H.W. 1974. Pastoreo controlado. In: James, B.J.F. ed. Utilización intensiva de pasturas. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. pp. 87-97.
52. MYERS, L. F. 1974. Biología básica del crecimiento vegetal. In: James, B. J. F. ed. Utilización intensiva de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 40-50.
53. 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: 15-27.
54. PIZARRO, E. A. 2000. Potencial forrajero del genero *Paspalum*. Pasturas Tropicales. 22 (1): 38-46.
55. REBUFFO, M. 2005. Alfalfa principios de manejo de pastoreo. Revista INIA. no. 5: 2-4.
56. RÍOS, A. 2007. Manejo de malezas en pasturas. In: Jornada de Manejo e Instalación de Pasturas (2007, Young, Río Negro). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 39-49 (Actividades de Difusión no. 483)
57. RODRÍGUEZ ETCHICHURI, O. 2010. Caracterización morfológica de clones recombinantes del *Paspalum dilatatum* (Poir). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.
58. ROMERO, O. 1989. Evaluación de gramíneas perennes, algunos conceptos. In: Puignau, J. P. ed. Metodología de evaluación de pasturas. Temuco, IICA/PROCISUR. pp. 21-29 (Dialogo no. 38).
59. SALDAÍN, N. 2007. Algunos comentarios sobre ecología de malezas. In: Seminario de Actualización Técnica en Control y Manejo de Malezas de Campo Sucio (2007, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1-5 (Serie Técnica no. 164).

60. SANTIÑAQUE, F.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Miscelánea CIAAB*. no. 1: 16-21.
61. SIMEONE, A.; BERETTA, V.; FRANCO, J.; BALDI, F. 2004. Manejo nutricional de ganado de carne. (en línea). *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (6ª., 2004, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 4-10. Consultado 10 dic. 2011. Disponible en [www.upic.com.uy/PublicacionJornadaUPIC2004.pdf](http://www.upic.com.uy/PublicacionJornadaUPIC2004.pdf)*
62. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; ELIZALDE, J.C. 2008. Manejo de animales en engorde durante el verano. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 29-31.*
63. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; CORTAZZO, D.; VIERA, G. 2010. La problemática del verano en la recría y engorde de ganado de carne en condiciones de pastoreo y de corral. *In: Jornada Anual de la Unidad de Producción Intensiva de Carne (10ª., 2008, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 56-63.*
64. SMETHAN, M.L. 1981a. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. *In: Langer, R. H. M. eds. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 97-148.*
65. \_\_\_\_\_. 1981b. Manejo del pastoreo. *In: Langer, R. H. M. eds. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 209-269.*
66. STEMPLE, A.T. 1974. Avances en pasturas naturales y cultivadas. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 491 p.
67. THOMAS, D. 1989. Evaluación de pasturas sin animales: consideraciones metodológicas. *In: Puignau, J. P. ed. Metodología de evaluación de pasturas. Temuco, IICA/PROCISUR. pp. 9-16 (Diálogo no. 38)*
68. TOTHILL, J.; HARGREAVES, J.; JONES, R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. *Tropical Agronomy Technical Memorandum. no. 8: 85-91.*

69. VIGLIZZO, E. F. 1981. Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 125 p.
70. WHITE, J.G.H. 1981. Establecimiento de la pastura. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 149-184.
71. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15: 13-17.
72. \_\_\_\_\_.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género lotus en el Uruguay. Facultad de Agronomía. Cangüé. no. 25: 5-11.
73. \_\_\_\_\_.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006a. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reuniao do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos. Desafios e Oportunidades do Bioma Campos Frente à Expansao e Intensificação Agrícola (21<sup>a</sup>., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
74. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2006b. Producción otoño-invernal del segundo año de raigrás según intensidad de pastoreo. In: Reuniao do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos. Desafios e Oportunidades do Bioma Campos Frente à Expansao e Intensificação Agrícola (21<sup>a</sup>., 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

## 9. ANEXOS

### Anexo No. 1: Ganancia individual diaria estival (kg)

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ganancia ind. Diari2	20	0,34	0,26	31,23

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	0,67	2	0,34	4,40	0,0289	
trat	0,66	1	0,66	8,71	0,0089	
C10-mar	0,15	1	0,15	1,97	0,1786	4,5E-03
Error	1,30	17	0,08			
Total	1,97	19				

#### Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,23094

Error: 0,0763 gl: 17

trat	Medias	n	
2,00	0,77	15	A
1,00	1,23	5	B

Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,10)

### Anexo No. 2: Forraje disponible verano (kgMS/ha)

#### Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP Kg./HA	16	0,80	0,72	31,79

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	17031188,71	4	4257797,18	10,78	0,0008
BLOQUE	5466173,69	3	1822057,90	4,61	0,0253
TRAT	11565015,02	1	11565015,02	29,27	0,0002
Error	4345838,23	11	395076,20		
Total	21377026,94	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=798,18545**

Error: 395076,2027 gl: 11

BLOQUE	Medias	n			
3,00	1710,60	4	A		
4,00	2131,35	4	A	B	
1,00	2812,10	4		B	C
2,00	3217,10	4			C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=606,48979**

Error: 395076,2027 gl: 11

TRAT	Medias	n			
2,00	1486,08	12	A		
1,00	3449,50	4		B	

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )**Anexo No. 3: Forraje remanente en verano (kgMS/ha)****Análisis de varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
REM Kg./HA	16	0,73	0,64	29,57

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1287681,88	4	321920,47	7,56	0,0035
BLOQUE	948489,69	3	316163,23	7,43	0,0054
TRAT	339192,19	1	339192,19	7,97	0,0166
Error	468139,56	11	42558,14		
Total	1755821,44	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=261,97190**

Error: 42558,1420 gl: 11

BLOQUE	Medias	n			
2,00	343,19	4	A		
4,00	502,44	4	A	B	
3,00	605,94	4		B	
1,00	1002,94	4			C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=199,05560**

Error: 42558,1420 gl: 11

TRAT	Medias	n	
1,00	445,50	4	A
2,00	781,75	12	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )**Anexo No. 4: Forraje utilizado (%)****Analisis de varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTIL	16	0,78	0,70	27,68

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8918,38	4	2229,59	9,77	0,0013
BLOQUE	4058,19	3	1352,73	5,93	0,0117
TRAT	4860,19	1	4860,19	21,30	0,0007
Error	2509,56	11	228,14		
Total	11427,94	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,18077**

Error: 228,1420 gl: 11

BLOQUE	Medias	n	
3,00	45,06	4	A
1,00	58,81	4	A B
4,00	65,56	4	B
2,00	89,06	4	C

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=14,57423**

Error: 228,1420 gl: 11

TRAT	Medias	n	
2,00	44,50	12	A
1,00	84,75	4	B

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

**Anexo No. 5:** Altura del forraje disponible

**Análisis de varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT DISP	16	0,77	0,69	23,70

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	513,87	4	128,47	9,43	0,0015
BLOQUE	513,85	3	171,28	12,58	0,0007
TRAT	0,02	1	0,02	1,3E-03	0,9719
Error	149,81	11	13,62		
Total	663,68	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,68634**

Error: 13,6189 gl: 11

BLOQUE	Medias	n	
3,00	8,25	4	A
4,00	11,80	4	A
1,00	21,00	4	B
2,00	21,16	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,10)

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,56085**

Error: 13,6189 gl: 11

TRAT	Medias	n	
1,00	15,52	4	A
2,00	15,59	12	A

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,10)

**Anexo No. 6:** Altura del forraje remanente

**Análisis de varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT REM	16	0,67	0,56	26,87

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24,41	4	6,10	5,68	0,0099
BLOQUE	23,82	3	7,94	7,39	0,0055
TRAT	0,59	1	0,59	0,54	0,4758
Error	11,81	11	1,07		
Total	36,22	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,31593**

Error: 1,0738 gl: 11

BLOQUE	Medias	n			
2,00	2,39	4	A		
4,00	3,16	4	A	B	
3,00	3,74	4		B	
1,00	5,69	4			C

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,99989**

Error: 1,0738 gl: 11

TRAT	Medias	n			
1,00	3,53	4	A		
2,00	3,97	12	A		

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

**Anexo No. 7:** Disponibilidad de gramíneas (kgMS/ha)

**Análisis de varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP GRAM(Kg/ha)	16	0,75	0,65	60,18

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3402504,88	4	850626,22	8,05	0,0027
BLOQUE	1552652,19	3	517550,73	4,90	0,0212
TRAT	1849852,69	1	1849852,69	17,51	0,0015
Error	1161812,06	11	105619,28		
Total	4564316,94	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=412,70048**

Error: 105619,2784 gl: 11

BLOQUE	Medias	n			
3,00	456,81	4	A		
1,00	459,56	4	A		
4,00	816,31	4	A	B	
2,00	1212,81	4			B

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

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=313,58455**

Error: 105619,2784 gl: 11

TRAT	Medias	n	
2,00	343,75	12	A
1,00	1129,00	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )**Anexo No. 8:** Disponibilidad de leguminosas (kgMS/ha)**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIS LEG(Kg/ha)	16	0,66	0,53	91,28

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3486687,33	4	871671,83	5,25	0,0129
BLOQUE	1942986,00	3	647662,00	3,90	0,0402
TRAT	1543701,33	1	1543701,33	9,30	0,0110
Error	1825069,67	11	165915,42		
Total	5311757,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=517,25745**

Error: 165915,4242 gl: 11

BLOQUE	Medias	n	
1,00	316,58	4	A
3,00	430,08	4	A
4,00	542,58	4	A
2,00	1213,08	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,10$ )**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=393,03067**

Error: 165915,4242 gl: 11

TRAT	Medias	n	
2,00	266,92	12	A
1,00	984,25	4	B

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

**Anexo No. 9:** Malezas (kgMS/ha)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Malezas (Kg/ha)	16	0,94	0,92	17,33

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5253843,83	4	1313460,96	44,56	<0,0001
BLOQUE	4618123,50	3	1539374,50	52,22	<0,0001
TRAT	635720,33	1	635720,33	21,56	0,0007
Error	324273,17	11	29479,38		
Total	5578117,00	15			

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=218,03315**

Error: 29479,3788 gl: 11

BLOQUE	Medias	n	
4,00	772,58	4	A
2,00	791,33	4	A
3,00	823,58	4	A
1,00	2035,83	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,10)

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=165,66937**

Error: 29479,3788 gl: 11

TRAT	Medias	n	
2,00	875,67	12	A
1,00	1336,00	4	B

Letras distintas indican diferencias significativas (p<= 0,10)

**Anexo No. 10:** Pesada final 10 de mayo

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
C10-may	20	0,73	0,70	4,49

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo	11847,96	2	5923,98	23,25	<0,0001	
trat	2338,33	1	2338,33	9,18	0,0076	
C10-mar	11801,15	1	11801,15	46,33	<0,0001	1,27
Error	4330,59	17	254,74			
Total	16178,55	19				

**Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=13,34288**

Error: 254,7403 gl: 17

trat	Medias	n	
2,00	348,58	15	A
1,00	375,66	5	B

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