

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE DOS MEZCLAS FORRAJERAS DE SEGUNDO AÑO EN  
LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y CARNE EN EL PERÍODO INVIERNO-  
PRIMAVERAL**

**por**

**Luis Ignacio LÓPEZ DARRIULAT  
Juan Pedro ZERBINO RARCHETTI  
Mauricio ÁLVAREZ LAUSAROT**

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

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

**2013**

Tesis aprobada por:

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

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

\_\_\_\_\_

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha: 18 de octubre de 2013

Autores:

\_\_\_\_\_

Luis Ignacio López Darriulat

\_\_\_\_\_

Juan Pedro Zerbino Rachetti

\_\_\_\_\_

Mauricio Álvarez Lausarot

## AGRADECIMIENTOS

A los directores de la tesis Ing. Agr. Ramiro Zanoniani y Pablo Boggiano por darnos la posibilidad de realizar esta tesis y por el apoyo brindado.

A Ángel Colombino por la ayuda brindada durante el trabajo de campo.

Y en especial a nuestras familias y amigos que nos apoyaron a lo largo de nuestra carrera

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. <u>CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES</u>	
COMPONENTES DE LAS MEZCLAS.....	3
2.1.1 <u>Dactylis glomerata</u> .....	3
2.1.2 <u>Festuca arundinacea</u> .....	5
2.1.3 <u>Medicago sativa</u> .....	7
2.1.4 <u>Lotus corniculatus</u> .....	9
2.1.5 <u>Trifolium repens</u> .....	11
2.2 <u>MEZCLAS FORRAJERAS</u> .....	14
2.2.1 <u>Importancia de las mezclas forrajeras</u> .....	15
2.2.2 <u>Tipos de mezclas</u> .....	16
2.2.3 <u>Componentes de la mezcla</u> .....	18
2.2.3.1 Gramíneas perennes estivales.....	18
2.2.3.2 Gramíneas perennes invernales.....	19
2.2.3.3 Leguminosas.....	20
2.2.3.4 Enmalezamiento.....	21
2.3 <u>EFFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA</u> .....	23
2.4 <u>EFFECTO DEL PASTOREO</u> .....	24
2.4.1 <u>Aspectos generales</u> .....	24
2.4.2 <u>Morfología de la planta forrajera</u> .....	25
2.4.3 <u>Factores ambientales que afectan los procesos</u>	
<u>morfogenéticos y variables estructurales de las pasturas</u> .....	27
2.4.3.1 Efecto de la temperatura.....	27
2.4.3.2 Agua.....	28
2.4.3.3 Nitrógeno.....	28
2.4.3.4 Cantidad de luz.....	28
2.4.4 <u>Índice de área foliar</u> .....	29
2.4.5 <u>Defoliación</u> .....	30
2.4.6 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u> .....	32
2.4.6.1 Frecuencia.....	32
2.4.6.2 Intensidad.....	34
2.4.6.3 Uniformidad.....	36
2.4.6.4 Momento.....	36

2.4.7	<u>Efecto del pastoreo sobre la morfología y estructura de las plantas</u> .....	36
2.4.8	<u>Efecto del pastoreo sobre la fisiología de las plantas</u> .....	38
2.4.9	<u>Efecto del pastoreo sobre las especies que componen la mezcla y su producción</u> .....	39
2.4.10	<u>Efecto del pastoreo sobre el rebrote</u> .....	41
2.4.11	<u>Efecto del pastoreo sobre la persistencia</u> .....	42
2.4.12	<u>Efecto del pastoreo sobre la calidad</u> .....	42
2.5	PRODUCCIÓN ANIMAL.....	43
2.5.1	<u>Introducción</u> .....	43
2.5.2	<u>Consumo</u> .....	44
2.5.3	<u>Factores que determinan el consumo</u> .....	45
2.5.3.1	Disponibilidad, altura y estructura.....	45
2.5.3.2	Digestibilidad de la pastura .....	47
2.5.3.3	Requerimientos del animal. ....	47
2.5.3.4	Mecanismo físico y químico que determina el consumo. ....	47
2.5.3.5	Especies .....	48
2.5.3.6	Suplementación.....	48
2.5.3.7	Condiciones ambientales.....	48
2.5.4	<u>Oferta de forraje</u> .....	49
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	51
3.1	CARACTERÍSTICAS EXPERIMENTALES GENERALES.....	51
3.1.1	<u>Lugar y período experimental</u> .....	51
3.1.2	<u>Información meteorológica</u> .....	51
3.1.3	<u>Descripción del sitio experimental</u> .....	51
3.1.4	<u>Antecedentes del área experimental</u> .....	51
3.1.5	<u>Tratamientos</u> .....	52
3.1.6	<u>Diseño experimental</u> .....	53
3.2	DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES .....	54
3.2.1	<u>Disponibilidad y rechazo de materia seca</u> .....	54
3.2.2	<u>Producción de forraje</u> .....	55
3.2.3	<u>Composición botánica</u> .....	55
3.2.4	<u>Tasa de crecimiento promedio</u> .....	55
3.2.5	<u>Peso de animales</u> .....	56
3.2.6	<u>Ganancia de peso diaria</u> .....	56
3.2.7	<u>Producción de PV por hectárea</u> .....	56
3.3.	HIPÓTESIS.....	56
3.3.1	<u>Hipótesis biológica</u> .....	56
3.3.2	<u>Hipótesis estadística</u> .....	56

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	57
3.4.1 <u>Modelo estadístico</u> .....	57
4. <u>RESULTADO Y DISCUSIÓN</u> .....	58
4.1 DATOS METEOROLÓGICOS .....	58
4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE.....	61
4.2.1 <u>Forraje disponible</u> .....	61
4.2.1.1 Altura de forraje disponible.....	64
4.2.2 <u>Forraje remanente</u> .....	67
4.2.2.1 Altura remanente .....	70
4.2.3 <u>Porcentaje de utilización</u> .....	72
4.2.4 <u>Composición botánica</u> .....	76
4.2.4.1 Composición botánica invierno.....	76
4.2.4.2 Composición botánica primavera .....	79
4.2.5 <u>Forraje desaparecido promedio</u> .....	82
4.2.6 <u>Producción de materia seca</u> .....	83
4.2.6.1 Tasa de crecimiento .....	83
4.2.6.2 Producción de forraje .....	86
4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL .....	88
4.3.1 <u>Ganancia media diaria por animal</u> .....	88
4.3.2 <u>Producción animal por hectárea</u> .....	94
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	98
6. <u>RESUMEN</u> .....	99
7. <u>SUMMARY</u> .....	100
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	101
9. <u>ANEXOS</u> .....	114

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Disponibilidad de forraje según mezcla forrajera.....	61
2. Disponibilidad de forraje según fecha de siembra.....	61
3. Disponibilidad de forraje según tratamiento.....	63
4. Porcentaje de gramíneas según fecha de siembra.....	64
5. Alturas de forraje disponible según mezcla.....	64
6. Alturas promedio de forraje disponible según tratamiento durante el período experimental.....	66
7. Forraje remanente según mezcla.....	67
8. Forraje remanente según fecha de siembra.....	68
9. Forraje remanente según tratamiento.....	69
10. Altura remanente según tratamiento.....	70
11. Porcentaje de utilización.....	73
12. Porcentaje de utilización según tratamiento.....	74
13. Composición botánica disponible invierno (kg MS/ha) .....	76
14. Composición botánica disponible invierno (%) .....	77
15. Composición botánica primavera.....	79
16. kg MS/ha de leguminosa según mezcla.....	79
17. Proporción de leguminosas según fecha de siembra .....	80
18. Proporción de malezas según mezcla .....	81
19. Forraje desaparecido promedio según tratamiento.....	82

20. Tasa de crecimiento según tratamiento durante el período experimental.....	84
21. Tasa de crecimiento según mezcla.....	84
22. Producción de forraje.....	86
23. Ganancia media diaria por animal.....	88
24. Ganancias medias diarias durante el invierno, primavera temprana y primavera tardía según mezcla.....	92
25. Ganancia por animal según tratamiento durante el período experimental.....	93
26. Producción de carne por hectárea según mezcla durante el período experimental .....	94

Figura No.

1. Asociaciones entre altura de la pastura y (a) consumo por bocado; (b) tasa de bocados; (c) tiempo de pastoreo, y (d) consumo diario, ilustrando la influencia dominante del consumo por bocado en el consumo diario de ovinos en pastoreo continuo sobre pasturas de raigrás perenne y trébol blanco.....	46
2. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	54
3. Registros de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico.....	58
4. Registros de temperaturas durante el experimento comparado con el promedio histórico.....	60
5. Remanente según tratamiento.....	83
6. Evolución de la tasa de crecimiento de las pasturas y la temperatura promedio durante el experimento.....	85
7. Evolución de la ganancia media diaria en tres momentos durante el período experimental.....	93





## 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente la producción pecuaria del país tuvo como sustento o base forrajera el campo natural, que si bien sigue siendo la alternativa forrajera por excelencia de nuestros agro ecosistemas, han aparecido otras que permite lograr beneficios productivos y económicos. Se está transcurriendo el camino hacia usos más intensivos del suelo, principalmente en nichos donde las condiciones son más propicias y permiten realizar estos cambios.

Las pasturas son la fuente de alimento disponible más económica para la alimentación de los rumiantes, por lo que es muy importante conocer cómo se maximiza la producción de forraje, su mejor utilización, y como se alcanzan buenas eficiencias de conversión en producto animal.

Es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional. Las pasturas cultivadas mixtas suponen la sustitución total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas.

Es importante conocer el comportamiento de las diferentes mezclas, en cuanto a producción de forraje y producción animal, y su evolución a lo largo de las estaciones del año, para poder discernir entre las distintas alternativas forrajeras a la hora de incluirlas en un sistema pastoril, ajustando su elección en base a diferentes criterios de conveniencia.

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).

Unos de los objetivos más importantes de las mezclas es lograr los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando las ventajas y bondades que ofrecen tanto gramíneas como leguminosas (Carámbula, 2004).

En el presente trabajo se pretende evaluar la producción de forraje de dos mezclas forrajeras de segundo año, así como su composición botánica y la producción animal, durante la estación invierno primavera. Estas mezclas están compuestas, por un lado, *Dactylis glomerata* cv INIA Perseo, *Medicago sativa* cv Chaná, y por otro, *Festuca arundinacea* cv Tacuabé, *Lotus corniculatus* cv San Gabriel y *Trifolium repens* cv Zapican.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES Y VARIEDADES COMPONENTES DE LAS MEZCLAS

#### 2.1.1 Dactylis glomerata

Es una gramínea perenne, invernal, cespitosa con macollos comprimidos lateralmente. Las hojas son glabras de color verde azulado, presenta una nervadura central marcada, no presentan aurículas, con lígula blanca y visible (Langer, 1981).

Su sistema radicular es muy superficial por lo que debe manejarse cuidadosamente el pastoreo durante el verano y la primavera previa de manera de promover su desarrollo (no presenta latencia estival). Se caracteriza por formar matas individuales ya que no produce ni rizomas ni estolones y forma un tapiz abierto con matas definidas, en consecuencias es poco agresiva (Carámbula, 2007a).

Esta gramínea forrajera se adapta bien a suelos con una fertilidad moderada, bajo contenido de humedad del suelo (no tolerante periodos secos prolongados, dadas las características de su sistema radicular) y a suelos permeables dado que no tolera excesos (Langer, 1981). Presenta menores requerimientos en fertilidad de suelo que las demás especies perennes invernales más utilizadas en el Uruguay, como festuca, falaris y raigrás perenne (Carámbula, 2007a).

Posee un crecimiento inicial más vigoroso que la festuca pero menor que el raigrás perenne, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que favorece una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento en el año de siembra. Sin embargo en los años siguientes es superado por dichas gramíneas en lo que refiere al rendimiento (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2007a).

La acumulación de reservas de esta gramínea se da en la base de los macollos y de las vainas de la hoja, lo que determina pastoreos frecuentes pero poco intensos, ya que defoliaciones más severas comprometerán directamente los niveles de reservas y así su persistencia (Carámbula, 2007a). Sumado a esto, periodos de descanso prolongados tienden a generar pasturas más groseras, con mucha fibra, cespitosas y por tanto más rechazadas (Langer, 1981).

En una pastura mixta el manejo durante todo el año, de frecuencia 18 cm e intensidad 7 cm registran el mayor rendimiento anual de la pastura. En este caso particular un manejo otoñal de frecuencia 7,5 cm e intensidad de 2,5 cm aproximadamente se favoreció el *Dactylis glomerata* ya que disminuyó la competencia de otras especies componentes de la pastura (Brougham, citado por Langer, 1981).

Por lo tanto, respetando estas características, así como también un buen desarrollo radicular hacia el verano, se obtendrán pasturas de alta producción anual, estacional y una persistencia determinada en el tiempo.

El dactylis es una especie que se adapta muy bien a pasturas mixtas así como también a siembras asociadas a cereales, dada la tolerancia que presenta al sombreado y su poca agresividad, lo cual permite, para el primer ejemplo, con un manejo apropiado de la leguminosa que lo acompañe, obtener una pastura balanceada (Carámbula, 2007a).

En algunas zonas se lo asocia con lotus o con alfalfa, de ser así, deben buscarse cultivares de alfalfa resistentes a los fríos y que tengan crecimiento temprano en la primavera, ya que si hay excedente de forraje se logra un heno de buena calidad (Carámbula, 2007a).

También se las puede asociar con trébol rojo y trébol blanco de ciclos similares, principalmente en sistemas que presentan rotaciones cortas. En estos casos lo aconsejable es realizar la siembra en suelos que tengan mayores reservas de agua para permitir que estas especies sobrevivan más fácilmente al verano, produciendo buenos volúmenes de forraje (Carámbula, 2007a).

El cultivar utilizado en éste experimento fue LE 12-41 d (INIA Perseo), el cual presenta un buen comportamiento sanitario frente a royas de tallo y de hoja, y un comportamiento medio frente a las manchas foliares, en relación a otros cultivares evaluados (INASE, 2012).

Según la evaluación de cultivares de INASE durante 2012, el cultivar INIA Perseo, registró producciones para su primer, segundo y tercer año de vida de 4276, 6957 y 7922 kg MS/ha respectivamente, para fecha de siembra 2010 (INASE, 2012).

### 2.1.2 Festuca arundinacea

Es una gramínea invernal, cespitosa a rizomatosa, con rizomas cortos que le permiten ser algo más agresiva que dactylis. Presenta un sistema radicular vigoroso y extendido, más profundo que el de dactylis lo que lo hace más resistente a sequías, y mejora las propiedades físicas del suelo. Se mantiene verde todo el año, resiste tanto alta como bajas temperaturas, aunque las primeras la afectan más (Carámbula, 2007a).

Se adapta a un amplio rango de suelos, presentando buen comportamiento en suelos medio a pesados, pero mejor aún en los fértiles, húmedos y arcillosos. Tolerancia suelos ácidos y alcalinos (Carámbula, 2007a).

Si bien tiene mejores comportamientos en suelos húmedos es medianamente resistente a la sequía, permitiéndole mayor precocidad en el otoño, acumulando sus reservas a partir de mediados de otoño para sucesivos rebrotes. Además presenta rápidos rebrotes a fines de invierno y es de floración temprana (setiembre-octubre), por lo que en estos meses la oferta de forraje comienza a aumentar rápidamente (Carámbula, 2007a).

En la región, es una de las gramíneas forrajeras más usadas por el hecho de presentar muchas virtudes, pero tiene aspectos que aún no se han resuelto como la lenta implantación dada el poco vigor que presentan sus plántulas, y la baja apetecibilidad en estadios avanzados (Carámbula, 2007a).

Como consecuencia de su lenta implantación es importante manejar malezas anuales de rápido crecimiento y especies de valor forrajero con mayor vigor inicial (Cowan, citado por Carámbula, 2007a), que la pueden opacar al inicio, generando producciones bajas en el primer año. Por tanto, en el estado de plántula el manejo debe ser criterioso a fin de disminuir los riesgos de perder plantas por competencia. El hecho de tener lenta implantación, no es recomendable el uso de Festuca asociadas a cereales (Carámbula, 2007a).

A raíz de esto, el manejo debe direccionarse hacia aumentar la persistencia, donde manejos de la fertilización y defoliación determinaran el éxito o fracaso de la misma en las mezclas (Carámbula, 2007b).

En cuanto al manejo del pastoreo, acepta pastoreos relativamente frecuentes e intensos, no solo por presentar sustancias de reservas en las raíces y rizomas cortos que se encuentran formando la corona, sino también por el área foliar remanente luego del pastoreo que generalmente son altas (acumulación de forraje en los primeros 5 cm del suelo) (Carámbula, 2007a).

Según Matches (1966), manejos intensos prologados pueden comprometer su crecimiento.

Al igual que dactylis no presentan latencia estival, lo que le permite ser más precoz en el otoño si sobrevive el verano (Carámbula, 2007a).

Manejos intensivos y prolongados durante el verano pueden comprometer la productividad y persistencia de la Festuca, dado que esta no presenta latencia estival y tampoco un órgano específico de acumulación de reservas, siendo importante el área remanente. Por esta razón al igual que las gramíneas responden bien a ciertos periodos de descansos (López et al., citados por Carámbula, 2007a).

Para favorecer la productividad y persistencia se debe insistir en un manejo a fines del invierno y primera mitad de la primavera que permita un buen desarrollo radicular previo al verano, para lograr una buena exploración radicular y extraer agua de horizontes más profundos, prestando también especial cuidado en el manejo estival (Carámbula, 2007a).

El aporte de nitrógeno ya sea mediante fertilizantes o la siembra asociada a leguminosas, permitirán tener mayor rebrote, mayor aceptabilidad y mayor producción (Carámbula, 2007a).

La tasa de macollaje de la festuca es mayor en la etapa vegetativa de la pastura, otoño e invierno, alcanzando valores máximos a fines de invierno para decaer hacia la primavera y verano (Formoso, 1996).

Todas las gramíneas forrajeras, incluyendo la festuca, a excepción de falaris, el pasaje a estado reproductivo determina pérdidas en calidad y potencial productivo posterior (Formoso, 1996).

La festuca es una planta esencialmente de pastoreo que debe ser de tal manera que no crezca mucho ni que se endurezca, ya que si pierde ternura pierde digestibilidad y apetecibilidad y por tanto el animal la rechaza. En este sentido la festuca exige un manejo estricto de lo contrario se transforma en un forraje tosco y despreciable (Carámbula, 2007a). Para esto es fundamental un manejo diferencial en principio de la primavera donde comienza el alargamiento de los entrenudos. A partir de aquí el manejo debe ser frecuente para eliminar los puntos de crecimiento que están subiendo, y poco intenso para mantener una determinada cantidad de biomasa favoreciendo el desarrollo radicular determinado que permita sobrepasar el verano.

Por lo tanto la frecuencia e intensidad varía según la estación de crecimiento, siendo el dato objetivo de frecuencia e intensidad de 10-15 cm y 3-5 cm respectivamente (Carámbula, 2007a).

En cuanto a los cultivares de festuca, Estanduela Tacuabé sigue manteniendo vigencia, es de uso público, creada y mantenida por INIA. Presenta superioridad en términos de comportamiento productivo, rendimientos de forraje, plasticidad frente a diversidad de manejos, adaptación a las condiciones ambientales de nuestro país y persistencia productiva (Formoso, 2010).

Es superior en persistencia, producción otoñal y competencia con trébol blanco, tres aspectos muy importantes en festuca, según trabajos de García y Millot, citados por Formoso (2010).

Estanduela Tacuabé, es una variedad sintética, que reúne diferentes clones entre los que hay materiales de tipo continental y de tipo mediterráneo, presentando entonces características de ambos grupos que le confieren gran adaptación (Arenares et al., 2011)

Según la evaluación Nacional INIA-INASE del período 2011, en el primer año de vida Tacuabé produjo en promedio de siembras de 2009, 2010 y 2011, un total de 6724 kg MS/ha, y en el segundo año 9985 kg MS/ha, en promedio para siembras de 2009 y 2010 (INASE, 2012).

### 2.1.3 Medicago sativa

Forrajera que se caracteriza principalmente por sus elevadas exigencias en cuanto al grado de acidez de los suelos, requiriendo pH 6 o más, así como por sus elevadas demandas de fertilidad de suelos, muy particularmente fosforo. De no cumplir con dichas exigencias los rendimientos serán bajos y la persistencia pobre (Carámbula, 2007a).

Es una especie de leguminosa perenne estival, con crecimiento erecto a partir de corona, con alto potencial de producción primavera-estival independientemente del grado de latencia del cultivar, siendo esta característica determinante de la producción otoño-invernal. Los cultivares con latencia producen 6-10% y los sin latencia 16-20% de la producción total en dicho período respectivamente (Rebuffo, 2000).



No obstante entrado el verano con condiciones climáticas menos favorables, su comportamiento se hace más variable, dependiendo en especial de la profundidad del suelo y de las reservas de agua del mismo (Carámbula, 2007a).

Durante el otoño su producción es relativamente baja, lo cual unido al manejo cauteloso que se le debe aplicar en esta estación, para favorecer su supervivencia y productividad, impiden contar de manera segura con esta especie dado que debemos considerar que no registre una contribución activa (Carámbula, 2007a).

El sistema radicular de la alfalfa consta de una raíz principal que penetra en el suelo si se dan las condiciones 7-9 m o más. Sin embargo no es raro que el sistema radicular se encuentre extremadamente ramificado, la masa de raíces disminuye logarítmicamente en la medida que descendemos en el perfil del suelo, encontrándose el 60-70% de la masa total de las raíces en los primeros 15 cm de suelo (Heichel, citado por Barnes y Sheaffer, 1995). Las raíces fibrosas que proliferan en los primeros 20 cm de suelo son las que tiene la mayoría de los nódulos (Barnes y Sheaffer, 1995).

El pH del suelo es un factor muy importante que afecta el crecimiento de esta especie, afectando de forma directa la fijación simbiótica de N<sub>2</sub> y la disponibilidad de elementos esenciales. Potasio, fósforo, azufre y boro son los más comunes nutrientes limitantes en la producción de alfalfa aunque pueden ocurrir otras deficiencias en determinados suelos (Barnes y Sheaffer, 1995).

La alfalfa tiene un mejor comportamiento frente a un régimen de cortes poco frecuentes, de esta forma puede realizar una mejor gestión de los nutrientes dentro de la planta entre defoliaciones para asegurar buenos rendimientos y persistencia de la planta. Las reservas de nitrógeno en la raíz de la planta son determinantes de la velocidad de crecimiento luego de la defoliación, basándose el nuevo crecimiento en el pool de proteínas de almacenamiento vegetativo (Barber et al., citados por Frame, 1996).

Según Formoso (2000), el manejo del pastoreo óptimo de esta especie es con una frecuencia de 30 a 35 cm de altura o 10% de floración, de manera tal de que se acumule un porcentaje de carbohidratos de reserva en la corona para posteriores rebrotes, y con una intensidad de 2 a 3 cm.

Los cultivares de alfalfa difieren en su capacidad de producción en invierno (latencia invernal), siendo éste un carácter de grados y no una condición absoluta. Los cultivares se agrupan en tres categorías de latencia, de

acuerdo a la mayor a menor detención del crecimiento en invierno, con latencia; latencia Intermedia y sin latencia. La latencia invernal, constituye una adaptación de la especie para sobrevivir a la condición adversa del invierno, lo que es de mayor importancia en zonas climáticas con inviernos más rigurosos que los nuestros (INASE, 2012).

Los distintos cultivares presentan diferentes grados de latencia invernal donde no producen, la extensión de dicho periodo depende de distintos umbrales de temperatura y longitud del día que determinan el inicio y la finalización del mismo. El mayor contraste que se observa entre los cultivares con diferencias en latencia invernal son la arquitectura de las plantas, la persistencia y la estacionalidad de la producción de forraje (Carámbula, 2007b).

En relación a lo anterior, cabe destacar que el cultivar utilizado en este trabajo es Estanzuela Chaná que presenta latencia intermedia. Según la evaluación de INIA-INASE del período 2011, la producción en el segundo año de vida promedio de siembras de 2007, 2008 y 2009 fue en torno a 11800 kg MS/ha (INASE, 2012).

#### 2.1.4 *Lotus corniculatus*

El *Lotus corniculatus* es una leguminosa perenne estival, se recomienda en un amplio rango de suelos y prospera en aquellos que la alfalfa no lo logra. Presenta buena producción de forraje, ausencia de riesgo de meteorismo, menores requerimientos de fosforo que trébol blanco y rojo para obtener alta producción de forraje con alto valor nutritivo durante la estación de crecimiento, lo que justifica su uso actual en el Uruguay (Carlevaro y Carrizo, 2004).

Esta especie normalmente se utiliza en pasturas de larga vida, en mezclas con gramíneas. Sin embargo puede sembrarse en cultivos puros ya que como se mencionó anteriormente no produce meteorismo (Carámbula, 2007a).

Su aporte de forraje durante el año es primavera, verano y otoño, con posibilidades de producir a fines de invierno en cultivos tempranos. Se observa disminución del valor nutritivo en la medida que va envejeciendo, principalmente en verano (Carámbula, 2007a), aunque no declina tan rápido como la alfalfa (Buxton et al., 1985), manteniéndose por más tiempo con buena calidad para ser diferido (Collins, 1982).

Según Carámbula (2007a), el potencial de producir en verano cuando las condiciones ambientales afectan el rendimiento de las demás especies es de mucho valor, ya que solamente se ve superado por la alfalfa la cual está limitada a suelos con determinadas características, siendo esta una fortaleza de la especie frente a las otras leguminosas.

Como se dijo, se adapta a un amplio rango de suelos, desde arenosos a arcillosos, más húmedos y pesados donde la alfalfa no crecería, así como en secos que impidan el desarrollo del trébol blanco. También subsiste en suelos moderadamente ácidos y alcalinos, con bajos requerimientos de fosforo, aunque responde muy bien tanto a la fertilización fosfatada como al encalado (Carámbula, 2007a).

Dadas las características morfológicas, el Lotus es sensible a las prácticas de manejo del pastoreo ya que presenta como característica fundamental tallos erectos, lo cual determina que la defoliación retire no solamente folíolos sino también meristemas axilares y apicales que se encuentran por encima de la altura de corte. A su vez, también son removidas las hojas más nuevas por el diente animal, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente presente nula o muy baja capacidad fotosintética, por lo tanto el rebrote en gran parte es dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Esto determina que el Lotus no soporte pastoreos frecuentes e intensos (Carámbula, 2007a). Siendo una medida objetiva recomendable para primavera y verano una frecuencia de 20 a 25 cm y en otoño de 10 a 12 cm, mientras que la intensidad es de 3 a 6 cm, según lo redactado por Formoso (1996), con un manejo rotativo al cual la especie se adapta muy bien.

Un manejo intenso en otoño es recomendado, ya que permite la entrada de la luz a estratos más profundos para cuando mejoran las condiciones hídricas y disminuya la temperatura, posibilite la reinstalación de nuevas plantas y rebrote de yemas de la corona. Es de considerar este manejo del pastoreo racional para aprovechar la buena producción de semilla y excelente resiembra de esta especie (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Ambos manejos del pastoreo permiten obtener praderas convencionales con buena producción y de mayor persistencia (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Algunos cultivares de Lotus son susceptibles al ataque de enfermedades como *Fusarium oxisporium* y *Fusarium solani* (Altier, 1988), siendo esto centro de investigación para los mejoradores en encontrar cultivares resistentes.

Estos agentes pueden causar mermas en la producción luego del segundo año dado que generan disminución en el número de plantas, por las lesiones que ocasionan en la raíz y en la corona (Formoso, 1993).

De esta forma se determina que el manejo otoñal mencionado anteriormente es importante dado que se remplazan plantas muertas a través de la resiembra natural (Pereira, 2007).

En Uruguay el cultivar San Gabriel ofrece forraje durante todo el año con merma en el periodo invernal, no presenta latencia, sino que se da por temperaturas infra óptimas para que la fotosíntesis neta se maximice. Presenta una distribución estacional de 40, 14, 10 y 36 por ciento de la producción, para verano, otoño, invierno y primavera respectivamente (Formoso, 1993).

La información brindada por la Red de Evaluación de Cultivares de INIA INASE (2012), se observa una producción acumulada de 9679 kg MS/ha para los sembrados en el 2008, 2010 y 2011.

#### 2.1.5 *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne, aunque puede comportarse como anual o bianual dependiendo de las condiciones del verano (Carámbula, 2007a), presentando un ciclo de vida invernal con un pico de producción en la primavera.

Es una especie glabra con muchos estolones extendiéndose por el suelo, con raíces adventicias en cada nudo de los estolones (Smetham, 1981). Presenta un sistema radicular primario pivotante pero este se pierde una vez que se establece la planta.

Por su alta producción de forraje de excelente calidad, gran 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).

Según Langer (1981), en cualquier pastura en la cual se incluya al trébol blanco eleva su calidad, dado la gran digestibilidad y apeticibilidad, alto valor nutritivo y su gran potencial de fijación de nitrógeno. Sin embargo en primavera cuando se da el pico de producción, es cuando se da el mayor riesgo de meteorismo, siendo esto una desventaja de la especie. Para disminuir este efecto un manejo es mezclarla con gramíneas que presenten complementariedad de ciclos.

El trébol blanco es usado en regiones donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante (Carámbula, 2007a).

Se adapta a suelos de textura media a pesada, con pH neutro, alto contenido de materia orgánica y buena capacidad de almacenaje de agua, tolerando condiciones de drenaje imperfecto, pero no tolera las sequías (Brito del Pino et al., 2008). No tolera suelos superficiales, dado que podría sufrir deficiencia de agua y muchas plantas podrían morir durante el verano. En este caso se comportaría como anual, y la persistencia dependería de la resiembra natural de la especie (Carámbula, 2007a).

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 (Formoso et al., 1991). En suelos arenosos es necesario elevar la fertilidad previo a la implantación de esta especie (Carámbula, 2010).

El Trébol blanco tiene la capacidad de persistir mediante dos mecanismos diferentes, ya sea vegetativamente a través de la formación y enraizamiento de entrenudos nuevos (estolones hijos), y mediante la resiembra natural (Westbrooks y Tesar, citados por Formoso y Allegri, 1980). Estos son antagónicos, dado que, si el mecanismo es el vegetativo la floración se ve impedida, mientras que en el segundo caso si se deja florecer las yemas darán cabezuelas y no estolones.

En cuanto al manejo del pastoreo, el trébol blanco admite pastoreos intensos manteniendo altos rendimientos, dado que presenta porte rastrero, con los meristemas fuera del alcance del animal, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas jóvenes de mayor capacidad fotosintética en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior de la canopia (Carámbula, 2002a). No obstante, con regímenes severos de defoliación, se reduce el tamaño de hoja y se afecta el crecimiento de la planta, disminuyendo la capacidad competitiva

frente a las gramíneas, lo mismo ocurre en periodos secos (Brougham, citado por Foglino y Fernández, 2009).

Objetivamente el pastoreo debe realizarse de forma rotativa, con una frecuencia de 12 a 15 cm en invierno y de 18 a 20 cm en primavera, mientras que la intensidad es de 3 a 5 cm (Zanoniani et al., 2011).

Los cultivares de trébol blanco se agrupan o clasifican en tipos asociados a características determinadas, siendo la principal el tamaño de la hoja, según García (1996), en pequeña, intermedia o grande. Según Caradus, citado por Carámbula (2010), otra característica que debe tenerse en cuenta es la cianogénesis o presencia de glúcidos que por hidrólisis enzimática liberan ácido cianhídrico. De todas formas el primer criterio es el más importante.

Los cultivares de hoja pequeña, incluye los de tipo salvaje, son muy postrados, de estolones largos y hojas y flores pequeñas, ciclo cortos y bajos rendimientos. Su virtud principal es la persistencia y depende del manejo, fertilización y enfermedades (Carámbula, 2007a).

Las de tamaño intermedio se usan en pasturas de vida media a corta, por ejemplo, cvs Estanzuela Zapican, El Lucero, Bage, Huia, etc (Carámbula, 2007a). Este tipo es el más utilizado en Uruguay y presenta floración temprana y abundante semillazón, producción muy buena en el primer año pero se vuelve muy errática su persistencia a medida que envejece la pastura (García y Rebuffo, 1997).

Por último, los cultivares de hoja grande, de tipo ladino, de porte más alto, estolones gruesos y hojas y flores grandes. Son buenos en condiciones de humedad y con manejos aliviados (Carámbula, 2007a).

El cultivar de *Trifolium repens* utilizado en el experimento fue Zapican, que presenta una muy buena producción de forraje desde el 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 la Red de Evaluación de Cultivares de INIA e INASE, la producción anual y acumulada en dos años del cultivar Zapican sembrado en el 2011, 16886 kg MS/ha.

## 2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Según Carámbula (2010) una mezcla forrajera se define como una población artificial formada por varias especies con diferencias tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta población artificial de especies y de las características de cada una en particular, se produce un proceso complejo de interferencias que pueden conducir a algunos de los siguientes resultados, mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio, o falta total de interferencia.

Algunos autores sostienen que no existen evidencias que las mezclas sean ventajosas para alcanzar mejores rendimientos que los mismos cultivos puros (Donald, 1963). Otros indican que una combinación de especies forrajeras y/o cultivares debería ser más eficientes para utilizar los recursos ambientales disponibles, que cada especie o cultivar sembrado individualmente (Jones et al. 1968, Rhodes 1969, Harris y Lazenby 1974).

Un tercer grupo encabezado por Van der Bergh, citado por Harris y Lazenby (1974), sostiene que la condición necesaria para que una mezcla ultrasimple rinda más que sus dos componentes por separado, podría ser dada por especies de diferente ciclo, de manera que se superpongan lo menos posible, minimizando la competencia entre ambos componentes de la mezcla.

Santiñaque (1979) dice que, independientemente de la cercanía entre estas, si el contenido de agua, nutrientes, luz y calor supera las necesidades de ambas no habrá competencia. Basta con que uno de estos factores se encuentre por debajo de las necesidades de ambas para que se inicie la misma.

Por lo tanto, en dicho proceso complejo de “encuentro” entre las especies se puede dar una interferencia competitiva (por volumen de suministro de sustratos, velocidad de uso de los mismos, por facultad de extracción mayor de los suministros) o una no competitiva. Por lo tanto para que una mezcla sea eficiente, se deben tener en cuenta pautas que eviten interferencias entre las especies incluidas dentro de la mezcla (Carámbula, 2007a).

White (1981), dice que la productividad de una pastura mezcla está afectada por muchos factores, de los cuales la elección de las especies de la mezcla es un factor de especial cuidado.

En Nueva Zelanda las dos especies más usadas son el trébol blanco y el raigrás, debido a que son muy compatibles dado que el trébol blanco le suministra nitrógeno al raigrás, haciendo que este produzca más cuando está asociado a una leguminosa.

Según Correa (2003), al momento de la elección de especies a incluir en la mezcla se debe tener en cuenta; a) la adaptación edáfica de la especie, b) la zona geográfica donde se va a sembrar, c) el destino del recurso, d) duración de la pradera y momento de aprovechamiento, e) el sistema de producción. El efecto ambiente puede modificarse mediante la defoliación, el uso de fertilizantes y herbicidas con los cuales puede modificarse en parte la composición y producción de las pasturas (Schneiter, 2005).

Se debe tener en cuenta además las temperaturas óptimas de crecimiento de cada especie, como forma de lograr una distribución de forraje homogénea en las distintas estaciones. Siendo entre 15 y 20 °C la temperatura óptima de crecimiento para las especies templadas, y de 30 a 35 °C para las tropicales (Carámbula, 2008b). Por otro lado Langer (1981) sostiene que la temperatura óptima para especies templadas es 20 °C y 25°C, por lo tanto se manejó como óptimo 20°C.

### 2.2.1 Importancia de las mezclas forrajeras

Tanto en gramíneas como leguminosas, existen diferencias de adaptación a regiones tropicales, subtropicales o templadas, encontrando diferentes respuestas a los parámetros climáticos. Por esto, es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias (invernales-estivales), intentando una buena distribución estacional (Carámbula, 2004).

Según Carámbula (2010), uno de los objetivos más importantes de las mezclas forrajeras es obtener los máximos rendimientos en materia seca por hectárea.

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



Blaser et al., citados por Carámbula (2010) afirman que las especies componentes de la mezcla pueden compensar su crecimiento ante factores climáticos, edáficos y de manejo, homogenizando la producción en ciertas épocas del año, prolonga la productividad de la pastura y le confiere a su vez mayor flexibilidad en la utilización de la misma.

Mientras es cierto que cada especie rendirá más en un cultivo puro que en mezcla dado que los manejos son ideales para cada una, también es cierto que en las mezclas se podrá hacer un uso más eficiente del medio ambiente, y si los ciclos de las especies que la constituyen son diferentes, no habrá competencia entre ambas (Carámbula, 2004). Además, según lo expuesto por Carámbula (2004), las mezclas permitirán reducir riesgos de enmalezamiento, sin perder de vista los atributos principales de la mezcla, rendimientos altos, mejorar el valor nutritivo a través del ofrecimiento de una dieta más balanceada y aumentar la persistencia productiva de alta calidad.

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

### 2.2.2 Tipos de mezclas

Existen tres tipos de mezclas: Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa ambas de ciclo invernal o estival, como ejemplo; festuca-trébol blanco (mezcla invernal) o paspalum-lotus (mezcla estival) (Carámbula, 2007b).

Las mezclas simples consisten en una mezcla ultra simple más una gramínea o leguminosa de ciclo complementario, como por ejemplo festuca-trébol blanco-lotus. Según Langer (1981), utilizando mezclas simples con especies compatibles el potencial de crecimiento individual es alcanzado con mayor facilidad por reducción de la competencia interespecífica y por lo tanto el manejo es más fácil, en comparación con las mezclas complejas (Carámbula, 2007a).

Por último las mezclas complejas, son de difícil establecimiento y manejo las cuales pueden ser de ciclos similares (varias gramíneas y leguminosas del mismo ciclo), como ejemplo, festuca-falaris-trébol blanco-trébol rojo; o, de ciclos complementarios (dos gramíneas y dos leguminosas de

ciclo diferentes), como por ejemplo el lotus-paspalum-festuca-trébol blanco. Langer (1981) plantea que es virtualmente imposible proveerle condiciones de establecimiento y manejos óptimos para todas las especies, provocando que algunas desaparezcan pronto.

Según Formoso (2010), a medida que se aumenta el número de especies en la mezcla, las contribuciones individuales de cada componente disminuyen, sin embargo, las especies deprimidas en uno o dos periodos del año pasan a ser dominantes en otros, donde tienen ventajas comparativas de crecimiento, estas complementaciones posibilitan aumentar los rendimientos globales de las asociaciones.

Además, 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, 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 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).

Además, Carámbula (1977), afirma que las especies deben tener ciclos complementarios para poder ampliar el periodo de pastoreo y aportar forraje a lo largo del año. 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).

Harris y Lazenby (1974), mencionan que la condición necesaria para que una mezcla ultrasimple (gramínea más leguminosa) rinda más que sus dos componentes por separado, podría ser dada por especies de diferente ciclo, de manera que se superpongan lo menos posible, minimizando la competencia entre ambos componentes de la mezcla.

### 2.2.3 Componentes de la mezcla

Los componentes de una mezcla pueden ir, como se dijo anteriormente, desde una gramínea y una leguminosa o varias de ella, pero es importante que esté presente cada una, dado que su aporte es específico y necesario.

Según Carámbula (2010), las gramíneas como columna vertebral de la pastura aportan: a) productividad sostenida por años, b) adaptación a gran variedad de suelos, c) facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas, d) explotación total del nitrógeno simbiótico, e) estabilidad en la pastura, en especial si son perennes, f) baja sensibilidad al pastoreo y corte, g) baja susceptibilidad a enfermedades y plagas, y h) baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. En cambio las leguminosas ofrecen: a) nitrógeno a las gramíneas, b) poseedoras de alto valor nutritivo para completar la dieta del animal y c) promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como cansados y degradados por el mal manejo.

Según Carámbula (2010), la gramínea debe presentar alto potencial de rendimiento y la leguminosa alta capacidad de fijar nitrógeno, buscando que ambas tengan la menor interferencia posible entre ellas. Además señala, que una mezcla bien balanceada entre gramíneas y leguminosas es aquella que presenta un 60 a 70% de las primeras, 20 a 30% de las segundas y un 10% de malezas.

La cantidad de nitrógeno fijado en los nódulos de las leguminosas no es suficiente para cubrir sus propias necesidades durante el primer año y los inviernos, por lo cual se descarta la capacidad de ofrecérselas a las gramíneas (Boggiano y Zanoniani, 2011).

Como componentes de las mezclas podemos utilizar, gramíneas perennes estivales, gramíneas perennes invernales y leguminosas.

#### 2.2.3.1 Gramíneas perennes estivales

Las gramíneas perennes estivales presentan altas tasas de crecimiento diario en los meses más calurosos, cuando las temperaturas son de 28 a 35 °C, siendo esto una ventaja con respecto a las gramíneas invernales, y debido a esto su importancia en la región (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).

Su valor nutritivo es menor que el de las gramíneas perennes invernales en lo refiere a energía neta, proteína cruda y fosforo, afectando la producción animal dado que baja la digestibilidad del 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).

Las gramíneas perennes invernales generalmente son más usada en sistemas productivos que buscan rotaciones más largas, dado la buena longevidad que presentan, aportando persistencia a la mezcla siempre y cuando reciban el aporte de nitrógeno necesario (Carámbula, 2010).

En cuanto al valor nutritivo de las gramíneas perennes debemos decir que este no solo depende de la especie sino que también depende del estado de crecimiento en que se encuentre, dado que el valor nutritivo va decreciendo en la medida que avanza el ciclo. La digestibilidad permanece alta hasta cerca de la emergencia de la espiga, como todas las gramíneas, y comienza a decaer luego de este momento en forma rápida (Carámbula, 2010).

#### 2.2.3.2 Gramíneas perennes invernales

Todas las gramíneas perennes invernales tienen un ciclo otoño-invierno-primaveral, por lo que tienden a cubrir, si son bien manejados los requerimientos de los animales durante el un periodo crítico como el invierno, afirmó Carámbula (2010). Aunque la mayor producción de forraje de estas se da en primavera, disminuyendo marcadamente en el verano, aun en condiciones ambientales favorables para la producción de materia seca, determinadas por los altos niveles de radiación solar característicos de esta época del año. Según Cooper y Tainton (1968), las altas intensidades de luz y altas temperaturas (mayores a 25°C) reducen el macollaje y por tanto el crecimiento. De todas formas continúan produciendo algo de forraje dependiendo de la disponibilidad de agua en el suelo que permita mantener sus raíces vivas (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Según Carámbula (2010), para mejorar la producción de forraje, se deberá realizar un manejo del pastoreo aumentando las cargas progresivamente, con el fin de eliminar aquellas macollas fértiles a medida que las inflorescencias van superando la altura de pastoreo, evitando así que se detenga el proceso de macollaje y que se incremente el rechazo de las mismas por baja calidad.

La disminución de la producción en el verano determina la invasión de malezas estivales, que depende en gran medida del manejo del pastoreo dado a fines de invierno principios de primavera.

Campbell et al. (1999) sugieren que la complementariedad de los ciclos de crecimiento entre los componentes invernales y estivales, permitiría que las pasturas exploten en forma más eficiente el medio ambiente.

### 2.2.3.3 Leguminosas

En cuanto a la componente leguminosa de las mezclas son importantes en un sistema de producción por dos grandes motivos. 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 (Smetham, 1981).

Las leguminosas tiene la capacidad de relacionarse simbióticamente con las bacterias del genero *Rhizobium*, que viven en las raíces y dan origen a la formación de nódulos (Stemple, 1974). Es así que fijan el nitrógeno atmosférico dejándolo inmediatamente disponible para el crecimiento de la planta. Luego se hará disponible para las gramíneas a través de los excrementos de los animales o a través de la muerte y descomposición de las raíces de las leguminosas que componen la mezcla (Stemple 1974, Smetham 1981).

Esta relación simbiótica es un fenómeno muy importante para la producción de forraje en los sistemas pastoriles (Norris, citado por Stemple, 1974). Si bien en la atmosfera 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).

Como se dijo anteriormente, la componente leguminosa tiene un efecto importante en cuanto al valor nutritivo que le aporta a la pastura, tal es así, Smetham (1981) afirma en cuanto a la calidad forrajera de 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.

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.

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

#### 2.2.3.4 Enmalezamiento

En cuanto a la dinámica de las especies en la mezcla, la mayoría de las pasturas cultivadas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa, inclusive desde el momento de la implantación, dado que es más fácil establecer leguminosas que gramíneas. Este desbalance se acentúa en mezclas sembradas sobre suelos pobres o degradados, donde la sola fertilización fosfatada y la deficiencia de nitrógeno conduce a una mala implantación de las gramíneas (Carámbula, 1991).

Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene su aspecto positivo desde la performance animal, también es cierto que conduce a pasturas de baja persistencia, dado que una vez incrementado el nivel de nitrógeno del suelo por fijación simbiótica, la invasión de especies mejor adaptadas pero menos productivas termina dominando las praderas, según Carámbula (1991).

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 (Bianchi et al., 2011).

Según Rodríguez, citado por Saldanha (2011), las malezas son plantas que en un momento y lugar dado y en un número determinado, resultan molestas, perjudiciales o indeseables en los cultivos o en cualquier otra área o actividad realizada por el hombre. A su vez Mortimer, citado por Saldanha (2011), manifiesta que las malezas son especies vegetales que afectan el potencial productivo de la superficie ocupada o el volumen de agua manejado por el hombre.

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.

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, 2007b).

Santiñaque, citado por Carámbula (2007b) 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 de mezclas forrajeras con gramíneas perennes como el dactylis o la festuca presentan una serie de ventajas frente a un futuro enmalezamiento. Destacándose 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.

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, 2007b).

### 2.3 EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA

La fecha de siembra es el factor de mayor importancia para lograr una buena producción y utilización del forraje. Su relevancia se basa en la dependencia de las plantas forrajeras a los factores climáticos, que son temperatura, intensidad de luz y balance hídrico, y a su variación según la época del año (Zanoniani y Noell, 1997).

En general la época de siembra está limitada a períodos en los que la humedad y la temperatura del suelo son suficientemente altas como para permitir una germinación y establecimiento rápidos. Otoño y la primavera son los períodos de siembra más comunes, siendo el más favorecido el de principios de otoño (Langer, 1981).

Una siembra en fecha, ósea en condiciones adecuadas, permitirá obtener una buena implantación y un buen número de plantas luego de periodos de estrés.

Así lo manifestó Stepler (1965) donde expresa que el objetivo primario en implantación de pasturas es alcanzar un estado de desarrollo en las nuevas plantas tal que les permita sobrevivir períodos de estrés ambiental tempranos, esto se logra con una correcta fecha de siembra.

Según Langer, Carámbula, citados por Gómez de Freitas y Klassen (2011), afirman que siembras tempranas presentan una mejor implantación y mayor precocidad que tardías, puesto que promueven una población elevada de plántulas vigorosas debido a un mayor período de buenas temperaturas para su desarrollo.

Sin embargo Gómez de Freitas y Klassen (2011) sostienen que cuando las condiciones no son limitantes en fechas de siembras más tardías la implantación es buena. A pesar de esto, es muy probable que en un año típico, las condiciones de exceso hídrico, bajas temperaturas y heladas se hagan presentes en una siembra tardía, así lo afirma Carámbula (2002b).



Dichos autores sostienen la necesidad de recomendar la fecha de siembras tempranas dado que, la implantación general del experimento, el número de plantas y desarrollo de las leguminosas en general fue mejor. A su vez presentó menores valores de enmalezamiento al comienzo del período, mayor producción de materia seca y mayor crecimiento radicular.

## 2.4 EFECTO DEL PASTOREO

### 2.4.1 Aspectos generales

Una pastura bajo pastoreo es un sistema dinámico en el cual el tejido foliar es continuamente producido por macollas, es consumido por animales o se pierde por senescencia. Optimizar la cantidad de forraje recolectado por el animal requiere dos consideraciones: mantener una tasa de acumulación de forraje verde alta y maximizar la eficiencia de utilización del forraje o minimizar las pérdidas del mismo (Smentham, citado por Agustini et al., 2008).

El conocimiento del equilibrio entre los procesos principales que intervienen en la producción de pasto y su utilización (la fotosíntesis, la producción tejido bruto, el consumo animal, y la senescencia foliar) proporciona una base racional para optimizar el manejo del pastoreo (Parsons y Penning, 1988).

El manejo de pastoreo tiene como finalidad proveer un forraje de alta calidad durante el mayor período de tiempo y de asegurar un buen porcentaje de utilización de la pastura, manteniendo ganancias aceptables por parte de los animales, por ejemplo obtener una conversión eficiente de pasto a producto animal (Fisher et al., 2000).

Un buen manejo implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos muy diferentes pero interdependientes, plantas y animales. Para lograr un manejo exitoso del sistema no significa que se deban aplicar las mismas técnicas todo el año, sino que se deben tener en cuenta las variaciones climáticas y los cambios morfofisiológicos de las especies (Carámbula, citado por Fariña y Saravia, 2010).

El manejo de la defoliación para producir rendimientos elevados de forraje durante una etapa vegetativa, debe considerar dichas variables (frecuencia e intensidad) en forma conjunta (Carámbula, 2004). Al respecto Parsons et al. (1988) señalan que existe una amplia gama de combinaciones de frecuencia e intensidad de defoliación que pudiera surgir en condiciones de pastoreo rotativo.

Las estrategias de manejo en cuanto a intensidad, frecuencia y oportunidad de uso, ya sea por corte o pastoreo, tienen influencia directa sobre la composición botánica, rendimiento y calidad de las especies forrajeras (Hernandez-Garay et al., citados por Velasco et al., 2005).

#### 2.4.2 Morfología de la planta forrajera

Chapman y Lemaire, citados por Cangiano et al. (1996) definen la dinámica de generación y expansión de las estructuras de las plantas como morfogénesis. Agnusdei et al. (1998) también definen a la morfogénesis como el cambio estructural (formación, expansión y muerte de hojas) que experimenta un organismo durante su desarrollo.

La heterogeneidad morfogenética de las especies indica que las mismas diferirán en el tiempo que requieren para alcanzar su máxima capacidad de acumulación de tejido foliar y en consecuencia la frecuencia de defoliación que optimiza la cantidad de tejido cosechable.

La definición de las estrategias de cosecha debe estar orientada a cosechar el material vegetal antes que se produzca el envejecimiento y muerte de la primera hoja totalmente expandida que apareció con posterioridad a la defoliación precedente (Agnusdei et al., 1998).

La parte aérea de las plantas presenta órganos diferenciados que crecen en forma secuencial. Tales órganos se agrupan en unidades básicas de construcción, los fitómeros; originados a partir de meristemas apicales y yemas axilares. Los fitómeros están compuestos por nudos y entrenudos (visibles o no), hojas o primordio foliar cuando el fitómero aún no está desarrollado, una yema axilar y un meristema intercalar encargado de la elongación. En el caso de las gramíneas las vainas cubren los entrenudos y normalmente los superan en longitud. La yema axilar ubicada en la unión de cada hoja con el nudo es capaz de dar origen a un nuevo tallo o macollo que reitera el crecimiento secuencial de la planta. Los meristemas apicales son menos vulnerables al accionar del pastoreo debido a su ubicación basal en la planta (Formoso, 1996).

En el caso de las leguminosas la adecuación al pastoreo depende de su hábito de crecimiento. Aquellas con tallos rastreros como el trébol blanco (*Trifolium repens*) tienden a escapar a los daños serios producto del pastoreo, especialmente si están bien enraizados. Su recuperación ocurre a partir de hojas jóvenes que no fueron defoliadas.

A diferencia de las gramíneas, las leguminosas como la alfalfa (*Medicago sativa*) con un hábito de crecimiento erecto al ser defoliadas pierden los puntos de crecimiento de los tallos y su adaptación al pastoreo dependerá de la posición de la corona (Formoso, 1996).

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

Las características estructurales de la pastura dependen de las características morfogénicas siendo estas la tasa de aparición foliar, tasa de elongación foliar y vida media foliar. Dichas características determinan el índice de área foliar y con ello la capacidad de capturar energía lumínica para la fotosíntesis y abastecer de energía para las funciones de crecimiento.

La tasa de aparición foliar (TAF) representa el número de hojas por macollo que aparecen por unidad de tiempo. Se puede expresar en días o gracias a la estrecha relación con la temperatura, se puede calcular como suma térmica. En este caso se llama filocrón, se expresa en grados día ( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$ ). El filocrón es la sumatoria de las temperaturas diarias entre la aparición de dos hojas sucesivas (Chapman y Lemaire 1993, Skinner y Nelson 1995). Este varía entre especies siendo de  $240^{\circ}\text{C}$  *Festuca arundinacea* y  $139\text{-}149^{\circ}\text{C}$  para *Lolium multiflorum*. Este último presenta una marcada variación en su comportamiento según las condiciones ambientales en las que se desarrolla. Bajo condiciones ambientales no limitantes esta especie llegó a duplicar su vida media foliar, esto tiene una marcada implicancia en la eficiencia de utilización del forraje reflejado de esta manera una fuerte interacción genotipo-ambiente sobre caracteres morfogénicos (Agnusdei et al., 1998).

La tasa de elongación foliar (TEF) es el incremento de la lámina verde en un intervalo de tiempo o de suma térmica. ( $\text{cm}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{día}$ ); es la principal expresión del crecimiento de una hoja. A partir del experimento realizado por Agnusdei et al. (1998), bajo condiciones de crecimiento naturales las especies templadas como el raigrás anual, a diferencia de las especies megatermicas, duplicaron la tasa de elongación foliar por macollo para el rango de temperatura del aire  $5.5\text{-}12^{\circ}\text{C}$ . Cuando el experimento se realiza bajo condiciones agronómicas no limitantes, el incremento en el largo foliar por  $^{\circ}\text{C}$  resulto similar entre especies *Festuca arundinacea* y *Lolium multiflorum*, por lo tanto ambas especies son similares en términos de eficiencia, siendo las diferencias

absolutas causadas por diferencias en el tamaño de macollo (Chapman y Lemaire 1993, Agnusdei y Lemaire 2000).

Por último la vida media foliar también conocida como longevidad, es el intervalo conocido entre la aparición de una hoja y el comienzo de su senescencia. Se expresa en días, o °C/día, pero también puede ser expresada como intervalo entre aparición de hojas (Vine 1983, Chapman y Lemaire 1983, Agnusdei y Lemaire 2000).

La cuantificación de los procesos de aparición, expansión y senescencia foliar a nivel de macollos de gramíneas (morfogénesis), brinda información básica para comprender la dinámica de la producción y pérdida de forraje (Colabelli et al., 1998).

Las gramíneas manifiestan un sincronismo entre la aparición de una hoja nueva y el comienzo de senescencia de la más vieja (Thomas y Stoddart, 1980), lo que explica que la velocidad de producción de órganos foliares esté en relación directa con el crecimiento neto de la cubierta vegetal (crecimiento neto = crecimiento bruto – senescencia).

#### 2.4.3 Factores ambientales que afectan los procesos morfogénéticos y variables estructurales de las pasturas

El crecimiento y el desarrollo de las plantas están controlados por las condiciones ambientales. Estos factores se pueden clasificar en no controlables y controlables. Siendo para el primer caso temperatura y humedad y para el segundo, agua, nitrógeno y calidad de la luz (Azanza et al., 2004).

##### 2.4.3.1 Efecto de la temperatura

La temperatura y la radiación son los principales factores ambientales no controlables que definen el crecimiento estacional de una pastura, pudiendo considerarse a la primera como determinante de la tasa de crecimiento de la biomasa aérea (Guillet et al., citados por Azanza et al., 2004).

La temperatura actúa principalmente sobre la tasa de aparición foliar, la tasa de elongación foliar y senescencia foliar (Chapman y Lemaire, 1993).

La velocidad del proceso de morfogénesis depende de la temperatura, y existe un umbral por encima del cual la planta responde desarrollándose y/o creciendo. La tasa de elongación foliar, al igual que la tasa de aparición foliar, aumentan con la temperatura (Colabelli et al., 1998).

#### 2.4.3.2 Agua

En condiciones de deficiencia hídrica, se ha encontrado además una reducción de la tasa de macollaje y del número de hojas vivas por macollo, y un paralelo incremento de los procesos de senescencia de hojas y macollos (Turner y Begg, 1978). Por lo expuesto, la vida media foliar tiende a ser más corta y las pasturas menos densas en las condiciones señaladas.

#### 2.4.3.3 Nitrógeno

El efecto del nitrógeno sobre la tasa de aparición de hojas, no muestra efectos significativos para gramíneas forrajeras adaptadas a regiones templado-húmedas (Wilman y Wright, 1983). Sin embargo, en situaciones de carencias marcadas de este mineral, puede manifestarse un efecto positivo significativo (Marino, citado por Colabelli et al., 1998).

En condiciones de deficiencias severas de nitrógeno se han encontrado reducciones en el número de hojas vivas por macollo, probablemente por la acción de un programa de senescencia que determina una redistribución del nitrógeno hacia órganos prioritarios (Thomas y Stoddart, 1980).

La tasa de elongación foliar en gramíneas forrajeras es la componente más importante en la determinación del crecimiento aéreo, y en comparación a los demás componentes del crecimiento, es la que mayor sensibilidad muestra a diferentes niveles de nutrición con nitrógeno (Gastal y Lemaire, 1988).

#### 2.4.3.4 Cantidad de luz

El ambiente lumínico de una cubierta vegetal es normalmente heterogéneo. La parte superior del mismo recibe la totalidad de la luz incidente, disminuyendo con la profundidad dentro de los estratos foliares (Colabelli et al., 1998).

Así, la cantidad y la calidad de la radiación solar se reducen y modifican drásticamente desde la parte superior a la parte inferior de un canopeo denso. En este sentido, es esperable que en general los canopeos bajos y abiertos presenten un ambiente lumínico más homogéneo y más ricos que aquellos (De Las Rivas, 2000).

Una baja cantidad de luz y una baja relación R:RL provocan tres respuestas principales en las plantas: aumento de asignación de recursos a la parte aérea (tallo: raíz alta), alargamiento de los órganos ya existentes, reducción del macollaje (Deregibus et al., 1985).

Por esta razón, cuando las pasturas acumulan excesivo material y se genera un ambiente sombreado (pasturas cerradas), la estructura de la cubierta se caracteriza por una baja densidad de macollos de tamaño grande respecto de pasturas mantenidas en un ambiente bien iluminado (Colabelli et al., 1998).

#### 2.4.4 Índice de área foliar

El indicador más preciso da la productividad de la pastura, como también del comportamiento ingestivo de los animales bajo pastoreo, es el índice de área foliar promedio (Holmes, citado por Aclé et al., 2004). Por lo tanto, para lograr un buen manejo de la pastura hay que conocer y manejar el IAF.

El índice de área foliar según Watson, citado por Carámbula (1977), es la relación entre el área de hojas y el área cubierta de suelo.

A medida que el índice de área foliar aumenta, crece la interceptación de luz por las hojas, hasta un valor crítico llamado índice de área foliar óptimo, en el que el proceso de fotosíntesis es máximo, debido a que la cantidad de follaje es suficiente como para prevenir pérdidas de energía. 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.

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 inferiores, tallos y raíces que no realizan fotosíntesis o dejaron de ser eficientes en este proceso (Myers, 1974).

En lo que refiere a la tasa de crecimiento del cultivo (TCC) Watson, citado por Carámbula (1977) sostiene que la misma depende del área foliar, y que cada cultivo tiene un cierto IAF para la máxima TCC. Una vez alcanzado el IAF crítico, la pastura crece a su máxima tasa, aumentando el crecimiento, y también el IAF, más allá de su valor crítico. 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).

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. 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).

Es importante mencionar que el área foliar y las sustancias de reserva afectan el comportamiento de las diferentes especies, ambas están íntimamente relacionadas entre sí ya que la acumulación de sustancias de reservas depende del proceso de fotosíntesis y este a su vez del área foliar de las plantas (Carámbula, 2004).

En casos donde, luego de una defoliación, las plantas quedan con un área foliar insuficiente para cubrir las necesidades de crecimiento y mantenimiento, deben recurrir a los carbohidratos disponibles, o sea, a los carbohidratos solubles no estructurales (Escuder, citado por Cangiano et al., 1996).

#### 2.4.5 Defoliación

La defoliación está definida por la frecuencia, intensidad, uniformidad y duración del pastoreo en relación a las fases de desarrollo de la pastura. Cabe destacar que generalmente cuanto mayor es la intensidad y frecuencia de la defoliación, la producción de la pastura se reduce (Harris, 1978).

La defoliación por corte o pastoreo provoca modificaciones estructurales y poblacionales en las cubiertas vegetales que se destinan a la producción animal. Su expresión más directa lo constituye la reducción de la superficie de hojas (índice de área foliar = superficie de lamina viva/superficie de suelo), que deriva en la disminución de la capacidad de las pasturas para captar la energía lumínica que se requiere para la síntesis de compuestos

orgánicos que abastecen las funciones de crecimiento de órganos aéreos y subterráneos de la planta (Agnusdei et al., 1998).

Según Formoso (1995) la defoliación determina una disminución instantánea de la actividad fotosintética, y consecuentemente el nivel de energía para la planta, el impacto que tiene sobre la performance productiva varía con las especies y con la estación.

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

La persistencia y productividad de una pradera está en gran parte determinada por la severidad y frecuencia de defoliación de la misma, sumada a la selectividad de los animales pastoreando. Debido a los diferentes hábitos de crecimiento de las especies que integran una pastura, no existe una altura ideal de defoliación (Clarke, 1983).

Cuando las plantas son defoliadas la prioridad apunta hacia un nuevo objetivo que es maximizar la velocidad de refoliación utilizando eficientemente la energía remanente post defoliación a los efectos de establecer lo más rápido posible un balance positivo de fijación de energía. La respuesta inmediata a la defoliación depende de cuan intensa haya sido ésta (Richards, 1993).

A medida que estos procesos evolucionan, la refoliación alcanza un tamaño y actividad que posibilita la producción de las máximas tasas de incremento de materia seca aérea, se alcanza un índice de área foliar óptimo y se intercepta el 90% o más de la radiación fotosintéticamente activa (Simpson y Culvenor, 1987).

Con respecto al manejo de la festuca Mac Kee, citado por Carámbula (1977), sostiene que la misma admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes, debido no solo por las sustancias de reserva que se encuentran en los rizomas y raíces, sino también porque las áreas foliares remanentes luego de los pastoreos son los suficientemente altas.



En lo que respecta a *Dactylis glomerata*, Carámbula (1977) sostiene que este tolera pastoreos frecuentes pero no intensos, ya que las sustancias de reserva como fue mencionada en secciones anteriores se encuentran en la bases de las macollas, y por ende pastoreos intensos afectarían las mismas, pudiendo comprometer así la vida de la especie.

Por su parte Escuder et al. (1987) sostienen que plantas de habito erecto que pueden ser defoliadas con facilidad, como *Medicago sativa*, *Lotus corniculatus* tienen menos desarrollados los sistemas de homeostasis, por lo que para no perjudicarlas es necesario retirar los animales y esperar que recompongan su área foliar y sus reservas con un periodo de descanso largo.

*Trifolium repens*, puede tolerar pastoreos intensos, ya que sus reservas están en los estolones donde lo animales no tiene acceso a comer. Por otra parte en esta especie, las hojas viejas están en la parte superior de la pastura y después de la defoliación en la base de las plantas quedan hojas nuevas que son más activas fotosintéticamente (Beguet y Bavera, 2001).

Estudios realizados por Chilbroste et al. (2006) midiendo intensidad de pastoreo y su influencia en los cambios de producción para predios lecheros del Uruguay, en una mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, ingresando por igual a todas las parcelas (17 cm de altura de forraje) y saliendo con alturas de remanentes de 3, 6, 9 y 12 cm (4 tratamientos respectivamente), concluyeron que al incrementar la altura de remanente de 3 a 12 cm, el tiempo de pastoreo efectivo se incrementó 92 días, incrementó la producción de forraje un 51% e incrementó la producción individual un 12%, pero bajo la producción de leche por hectárea un 45%.

#### 2.4.6 Parámetros que definen el pastoreo

##### 2.4.6.1 Frecuencia

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

Cuanto mayor sea la frecuencia 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, 2004).

En otras palabras según Smetham (1981), el efecto del corte o pastoreo consiste en devolver a la planta a un estado de crecimiento fisiológicamente más joven. Esto resultara exitoso para mantener la calidad según la frecuencia de corte que se realice.

La frecuencia de utilización depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que ella se realice. El elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje (Carámbula, 2008a).

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

Los efectos de un mismo manejo de defoliación, varían con la estación del año y con las características morfofisiológicas de cada especie y/o cultivar (Formoso, 1995). Por lo tanto el manejo de las frecuencias e intensidades de pastoreo, debería ser diferencial en función de las distintas estaciones, así como de los periodos de descanso para semillazón y/o regeneración natural, todo ello relacionado con las condiciones climáticas (Carámbula y Terra, 2000). El impacto de la frecuencia no solo será sobre el comportamiento en una estación sino también sobre las siguientes (Formoso, 1995).

Según Hodgson, citado por Agustoni et al. (2008), la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal. Por lo tanto, Carámbula (2004), propone una altura de 25cm para realizar un buen aprovechamiento del forraje producido, en donde la pastura se encontrará en plena etapa de crecimiento.

En pasturas con un IAF óptimo bajo, como aquellas dominadas por trébol blanco, es posible realizar el aprovechamiento más intenso con defoliaciones más frecuentes (IAF 3) que en pasturas dominadas por leguminosas erectas (IAF 5) o por gramíneas erectas (IAF entre 9 y 10). En este sentido, los cortes frecuentes mejoran las condiciones de luz y la performance de trébol blanco (Kessler y Nosberger, citados por Elgersma et al., 1998).

Con defoliaciones frecuentes, la pradera no alcanza el índice de área foliar óptimo y en consecuencia las plantas reciben un alto cociente de luz R/RL que resulta en la formación de plantas con hojas cortas y una alta densidad de

tallos. Por el contrario, con intervalos más largos la competencia por luz entre plantas aumenta continuamente, y cada defoliación implica un cambio en la calidad e intensidad de la luz que intercepta, por lo que las plantas desarrollan hojas largas y una baja densidad de tallos (Mazzanti et al., 1994). Es decir, que se favorece o no el macollaje respectivamente.

Lemaire y Chapman, citados por Mathew et al. (2000), determinaron que el recambio de hojas es una de las claves en la dinámica de pasturas que están siendo defoliadas. Cuando las defoliaciones son poco frecuentes, la lenta generación de hojas nuevas podría llegar a ser un factor positivo porque se generarían hojas más largas y se reducirían las pérdidas de nutrientes a través del material senescente.

En cambio, bajo defoliaciones más frecuentes un rápido intercambio de hojas puede ser beneficioso. Esto resultaría en hojas más chicas que escaparían a la defoliación y en un aumento en el número de meristemas axilares que pueden dar lugar a nuevos tallos (Soussana y Lafarge, citados por Mathew et al., 2000).

Tanto las características del suelo como su capacidad de almacenamiento de agua, determinan mayores o menores frecuencias en primavera verano (Zanoniani, 1999).

#### 2.4.6.2 Intensidad

La intensidad es determinada por la altura de salida de pastoreo, porcentaje de utilización, área foliar residual, severidad, duración y reservas para el rebrote. Ésta representa la proporción y el estado fisiológico de la biomasa removida en una defoliación.

Con referencia a la biomasa cosechada en cada pastoreo o corte (intensidad de cosecha), el mismo está dado por la altura de rastrojo al retirar los animales, lo que no solo afecta el rendimiento en cada defoliación, sino que condiciona el rebrote y por lo tanto la producción total de la pastura.

En este sentido la mayor intensidad tiene una influencia positiva en la cantidad de forraje cosechado pero negativa en la producción de forraje siguiente. En todos los casos es muy importante que el rastrojo que se deje sea realmente fotosintéticamente eficiente, formando hojas nuevas con porcentajes mínimos de mortandad de forma que compense los IAF bajos que se dan luego de la defoliación (Carámbula, 2004).

En concordancia con lo anterior, Parsons y Penning (1988) consideran que la eliminación de la mayor parte del área foliar, es sinónimo de utilización eficiente del forraje. Langer (1981) sugiere que las pasturas manejadas muy altas o muy bajas presentarán problemas serios de producción y supervivencia.

Al respecto, Soca y Chilbroste (2008) afirman que se obtiene menor producción en los pastoreos de mayor intensidad, sin embargo la utilización del forraje producido es mayor debido a la mayor remoción de forraje verde y a las menores pérdidas por senescencia.

Matthew, citado por Velasco et al. (2005), señalan que es importante enfatizar la importancia de mantener rastrojos adecuados, con lo que se logran rebrotes más rápidos y más sanos, apoyados por áreas foliares eficientes capaces de utilizar mejor la luz incidente, y a la vez absorber más agua.

Según Zanoniani (1999), una altura óptima de remanente de pastoreo es difícil de determinar, pero en especies de mayor productividad, alturas superiores a 5 cm no limitan la productividad de la pastura. Menores intensidades son acompañadas por menores tiempos de reingreso a la pastura, esto varía según la estación del año: en primavera-verano la altura es siempre mayor que en otoño-invierno, ya que la tasa de crecimiento de la pastura es menor.

Las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios en la disponibilidad y en la estructura del forraje ofrecido a los animales. Altas intensidades de pastoreo generan pasturas más tiernas, con mayor proporción de hojas y tallos tiernos, determinando un mayor aprovechamiento del forraje. En tanto que con bajas intensidades de pastoreo se logran pasturas con tallos más desarrollados con menor proporción de hojas (Zanoniani et al., 2006b).

Saldanha et al. (2010) agregan que la intensidad de pastoreo afecta la densidad de macollos como de plantas, el número de macollos y sobre todo el peso de los mismos.

Soca y Chilbroste (2008) sugieren que si bien al dejar menores remanentes disminuye la producción de forraje y el consumo animal en consecuencia, las caídas en desempeño individual fueron más que compensadas por el número de animales. De todos modos, se encontró que incrementos en la altura de 23cm de defoliación llevan a mejoras en la tasa de crecimiento de forraje y las ventajas son mayores en rendimiento acumulado de forraje.

#### 2.4.6.3 Uniformidad

Como subcategoría del parámetro intensidad se encuentra la uniformidad, que se puede observar de dos puntos de vista. Desde la planta vista como unidad, describe la remoción de diferentes partes de la planta, y del punto de vista de la comunidad de plantas que implica la defoliación diferencial de especies en particular (Harris, 1978).

#### 2.4.6.4 Momento

El momento de pastoreo está determinado por las fases de desarrollo de las plantas que componen las pasturas y la estación del año (Harris, 1978)

El momento según las estaciones del año lo determina la tasa de crecimiento de la pasturas, el objetivo es que el forraje ofrecido a los animales este compuesto por hojas nuevas, es decir en los momentos de mayor tasa de crecimiento como en la primavera, se acelera la frecuencia de pastoreo y de esta manera se evita la acumulación de material senescente. Ya en el verano la frecuencia del pastoreo es la misma pero se modifica según el ciclo de las especies sembradas (estivales o invernales) y la capacidad de acumulación de agua del suelo.

Durante el otoño, con el objetivo de permitir una buena penetración de luz, y favorecer la resiembra, brotación y macollaje de especies invernales, se aumenta la intensidad y los tiempos de descanso, logrando así el consumo de los restos secos que quedaron del verano.

En invierno, la tasa de crecimiento es menor, por lo que la frecuencia se debe disminuir, con el objetivo de permitir un crecimiento óptimo de las especies invernales (Zanoniani, 1999).

#### 2.4.7 Efecto del pastoreo sobre la morfología y estructura de las plantas

La defoliación tiene múltiples efectos en el desarrollo morfofisiológico de los pastizales y su impacto dependerá de la severidad de la misma y de la resistencia que ejerza la planta frente a esta exposición (Fortes et al., 2004).

La resistencia al pastoreo describe la habilidad propia de la planta para sobrevivir y crecer en sistemas pastoriles. Las especies o plantas resistentes son aquellas que en condiciones ambientales comparables están menos dañadas que otras. Por ello, la descripción de la resistencia al pastoreo permite definir la extensión y magnitud de los daños provocados por los

herbívoros a la remoción, o generadas por efecto del pastoreo (Fortes et al., 2004).

Una vez que se da la defoliación la planta por medio de mecanismos internos, realiza una redistribución de los nutrientes, priorizando el destino de los mismos para la formación de tejido nuevo y luego para los otros órganos (Pezzani, 2009).

La población de macollos presente por metro cuadrado se ve afectada por el pastoreo. Se ha sostenido en el tiempo que el proceso de macollaje disminuye con la intensidad de pastoreo; pero cuando las condiciones ambientales son favorable, este en general afecta poco dicho proceso (Carámbula, 2004).

Grant et al. (1981), sostiene que la tasa de macollaje aumenta conforme aumenta la intensidad de defoliación de una pastura.

Brancato et al. (2004), sostiene que el uso más intenso y frecuente de las pasturas y su efecto positivo en el aumento en la tasa de macollaje, es consecuencia de una modificación del ambiente que rodea la planta provocado por el corte de plantas vecinas. El corte genera un cambio en el ambiente lumínico favorable para las plantas aumentando la relación rojo /rojo lejano incidente, y por ende beneficiando la aparición de macollos. Posterior al pastoreo, durante el rebrote de las pasturas se observa un aumento del número de macollos, para luego disminuir conforme aumenta el tamaño de los mismos (Hodgson, citado por García et al., 2005).

Lemaire (1997), sostiene que las plantas como respuesta a defoliaciones frecuentes y severas, desarrollan hojas con vainas más cortas, cuyas lígulas esta posicionadas justo debajo del nivel de corte y cuya lamina se vuelve más horizontal, llevando al tapiz a mantener material de hoja verde por debajo del horizonte de pastoreo. Esta respuesta de la planta es totalmente reversible, cuando cesa la defoliación o cuando se vuelve menos frecuente.

El crecimiento de *Trifolium repens* luego de un pastoreo se ve disminuido en la medida que la pastura crece, esta disminución es explicada por la variación en el ambiente lumínico, donde se ve reducida la radiación fotosintéticamente activa y la calidad de la luz conforme avanza el crecimiento.

Los cambios registrados luego de una defoliación fueron, un aumento en la ramificación, en el crecimiento de las yemas axilares y en el número de hojas por rama (Teuber y Laidlaw, 1996).

El intervalo entre cortes sobre *Trifolium repens* produjo una variación en la partición de los recursos, cuando el intervalo entre cortes aumentaba, se beneficiaba los estolones con respecto a las hojas (Fisher y Filman, citados por Olmos, 2004).

Según Brancato et al. (2004), cuando son manejadas cargas elevadas acompañadas de periodos de descanso cortos aumentan la densidad de las hojas, sobre todo en los estratos inferiores (0-15cm), así como aumenta la cantidad de material muerto. Por el contrario manejando cargas bajas acompañadas de largos periodos de descanso reducen la densidad del tapiz, al aumentar la altura de las plantas como consecuencia de un alargamiento de los entrenudos.

Con respecto a la defoliación de la *Medicago sativa*, Formoso (2009) sostiene que debe realizarse una vez que la planta tiene un sistema radicular profundo el cual le dará sostén y resistencia a la sequía. Sabiendo que la formación de las raíces depende de la energía provista por la fotosíntesis, se debe prestar atención en la cantidad de azúcares que se traslocan de las hojas a las raíces. Es por esto que las defoliaciones sucesivas comprometerían la expansión radicular de las plantas en mayor medida que una única defoliación, ya que el crecimiento de las mismas dependerá de la intensidad y la frecuencia de pastoreo.

Con respecto a las gramíneas templadas perennes, la capacidad de absorción de nutrientes por unidad de longitud de raíz es paralela a la respuesta al crecimiento de la defoliación.

En *Dactylis glomerata* luego de una defoliación hasta los 2,5 cm se reduce la absorción de nutrientes, la tasa de elongación radicular y la tasa de respiración (Pezzani, 2009).

#### 2.4.8 Efecto del pastoreo sobre la fisiología de las plantas

Se refiere a la capacidad de la compensación de las plantas, luego de sufrir daños causados por situaciones de estrés como por ejemplo el pastoreo.

Están formadas por procesos compensatorios, que son capaces de incrementar el crecimiento luego de la defoliación dentro de los cuales se pueden destacar; fotosíntesis compensatoria, distribución del carbono, reservas de carbohidratos y otros (Fortes et al., 2004). La defoliación altera la iluminación para el canopeo ya que se reducirá el sombreado para las hojas basales.

La producción de tejido foliar es un proceso que se da de forma continua, regulado por variables del ambiente y características del estado de la pastura. En tapices bajo pastoreo, el tejido foliar sufre eventos de defoliación cuya frecuencia e intensidad afectan la fisiología de las plantas, por su efecto en la tasa de producción de nuevas hojas. Por consiguiente, la optimización de los sistemas de pastoreo no puede concebirse independientemente de la maximización de la producción de forraje. Es una interacción entre los tres flujos de tejido foliar que se dan en los sistemas pastoriles: crecimiento, senescencia y consumo (Parsons et al., 1991).

La interrelación entre la pastura y el rumiante en pastoreo es un proceso de doble vía donde por un lado los aspectos físico químicos y morfológicos de la pastura influyen el material ingerido por el animal.

Por otro lado el forraje removido determina la cantidad y tipo de material remanente que a la postre tiene una influencia determinante en la capacidad de rebrote de la pastura (Chilibroste, 2002).

Según Caldwell, citado por Pezzani (2009) las plantas que han sido defoliadas muestran una proporción de hojas más nuevas cronológicamente que aquellas que no son defoliadas. Las plantas no defoliadas tienen a sus hojas en plena expansión por lo tanto presentan mayor capacidad fotosintética. En consecuencia las plantas que recuperan su área foliar luego de haber sido defoliadas podrán desplegar mayores tasas fotosintéticas, siendo más eficientes que plantas no defoliadas.

#### 2.4.9 Efecto del pastoreo sobre las especies que componen la mezcla y su producción

El pastoreo altera las relaciones competitivas entre las especies y entre individuos de la misma especie al defoliar diferencialmente, modificando la expresión de los mecanismos de rebrote, a favor de unas y en detrimento de otras. Esto acarrea cambios en la composición botánica que pueden afectar la cantidad, calidad y estacionalidad de la producción de la pastura y por lo tanto la producción animal (Escuder, citado por Cangiano et al., 1996).

Si bien el efecto causado por las defoliaciones varía con la intensidad de las mismas, también es cierto que además este efecto varía entre gramíneas y leguminosas. A igual área foliar remanente, las leguminosas interceptan más luz que las gramíneas, debido a la disposición de sus hojas y en consecuencia se recuperan más fácilmente. Dentro de las gramíneas también es posible encontrar este comportamiento diferencial entre los tipos erectos y postrados.



Sin embargo, a pesar de que las leguminosas y las gramíneas postradas tienen rebrotes más rápidos, alcanzan antes el IAF óptimo y, en consecuencia, sus rendimientos en forraje son por lo general menores que los de las gramíneas de tipo erecto. Como resultado, estas últimas presentan una producción mayor con manejos más aliviados (Carámbula, 2004).

La búsqueda del buen balance entre gramíneas y leguminosas se basa en que al aumentar la proporción de las gramíneas en el tapiz y disminuir la presencia de las leguminosas se produce un decremento en las producciones animales, mientras que al aumentar la contribución de las leguminosas en detrimento de las gramíneas se incrementan las producciones animales, pero con serios riesgos de meteorismo. Un manejo eficiente de la luz a través de la defoliación, puede hacer variar las proporciones de las diferentes especies que constituyen la pastura. Por lo tanto, con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con áreas foliares pequeñas absorben más energía que las gramíneas, las cuales son estimuladas en casos de defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2004).

Resulta importante no solo tener en cuenta los efectos del pastoreo según la especie, sino también entre las variedades de cada una de ellas. Al respecto Brink, citado por Olmos (2004) reportó en *Trifolium repens*, una reducción en la cantidad de materia seca por hectárea de estolones usando diferentes variedades, al comparar una altura de corte de 2,5cm con 10cm.

En pasturas aliviadas muchas veces el área foliar remanente está constituida por hojas viejas y/o parcialmente descompuestas por la humedad y los microorganismos, por lo que su valor como área fotosintética es muy bajo. Esto es particularmente importante en gramíneas con pocas macollas nuevas, donde la mayoría de las hojas jóvenes se encuentran en el estrato superior de la pastura. En otras especies, como el *Trifolium repens*, sucede todo lo contrario y las hojas nuevas que se han formado bajo la sombra proporcionada por el exceso de follaje, al ser expuestas bruscamente a la luz solar, pueden sufrir una desecación intensa, lo que provoca una menor eficiencia de las mismas (Pearce et al., 1965).

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

#### 2.4.10 Efecto del pastoreo sobre el rebrote

Cuando se somete una pradera a pastoreos intensos, hay una remoción sustancial de las hojas, por lo que la posterior restauración del área foliar depende de las reservas. Por otro lado, una pastura pastoreada severamente por un largo periodo no puede depender continuamente de las reservas, pues estas no son restablecidas debido al bajo IAF. Entre tanto, cuando una pastura es mantenida con bajo IAF algunas plantas tienen capacidad de responder modificando su estructura y pasan a producir un mayor número de macollos por planta pero de menor tamaño, teniendo las mismas hojas, más chicas (Nabinger, 1998).

El rebrote de especies forrajeras luego de ser consumidas, se lleva a cabo por una combinación de hojas residuales y reserva de carbohidratos, las que proveen energía al mismo (The Stockman Farmer, 2000).

Al pastorear se reduce la capacidad fotosintética de las plantas y se interrumpe el suministro de carbohidratos (Chapman y Lemaire, 1993). Esto provoca una reactivación de la distribución de recursos entre los macollos maduros que antes eran independientes, de tal manera que macollos intactos apoyan a macollos defoliados con carbono (Marshall y Sagar, Forde, Gifford y Marshall, Ryle y Powell, citados por Cullen et al., 2006).

Es posible que sean necesarias cierta cantidad de defoliaciones frecuentes sucesivas para bajar el nivel de reservas de carbohidratos solubles lo suficiente como para afectar el rebrote. Además, el impacto que el nivel de carbohidratos solubles tenga sobre el rebrote depende también de la altura del remanente, habiendo una interacción entre dichos factores. La altura de defoliación afectaría no solo la cantidad absoluta de carbohidratos solubles en el remanente sino también los requerimientos de las plantas, según la capacidad fotosintética que represente (Fulkerson y Slack, 1995). Las reservas de hidratos de carbono son importantes durante los primeros días de rebrote, después la fotosíntesis se convierte en la principal fuente de carbono (Richards, Donaghy y Fulkerson, citados por Cullen et al., 2006).

La frecuencia e intensidad de los cortes modifica la cantidad de meristemos refoliadores, los niveles de energía disponibles para los mismos, y las tasas de crecimiento de los rebrotes (Formoso, 1995).

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

#### 2.4.11 Efecto del pastoreo sobre la persistencia

Carámbula (2004), sostiene que la vida de una pastura depende del manejo al cual se someta el primer año de vida. Con pastoreos demasiado frecuentes, no se permite a las plantas acumular reservas en órganos subterráneos, lo que provoca la muerte de las mismas cuando llegan épocas donde la humedad de los suelos es insuficiente.

La sobrevivencia de las plantas puede ser afectada según Donaghy y Fulkerson (1998), por cualquier factor que retarde el crecimiento radicular y que como consecuencia afecte negativamente la absorción de agua y nutrientes.

Los sobrepastoreos en invierno afectarán indefectiblemente el crecimiento de las raíces a fines de esta estación al impedir la previa acumulación de reservas en los órganos más percederos de las plantas. Dicho sobrepastoreo, principalmente a través del pisoteo, no solo afecta la parte aérea de las plantas, sino también sus sistemas radiculares a través del compactado excesivo que provoca la pezuña en el suelo. Como consecuencia de esto, se produce una menor aireación y una menor velocidad de infiltración del agua (Edmond, citado por Carámbula, 2004). A su vez, cuanto más arcilla posean los suelos en su textura, más evidente se presentara la citada compactación al ser estos humedecidos (Carámbula, 2004).

#### 2.4.12 Efecto del pastoreo sobre la calidad

Explicado por la variación en la relación hoja/tallo, producto de los cortes frecuentes, el forraje producido contiene mayores niveles de proteína, extracto etéreo, y menores niveles de fibra cruda, que los cortes menos frecuentes. Con pastoreos o cortes frecuentes se logra mantener la energía bruta de la pastura de forma constante a lo largo de la estación (Langer, 1981).

Según Langer (1981), para obtener mayores rendimientos y de menor calidad son necesarios manejos de pastoreo poco frecuentes e intensos, por lo contrario cortes o pastoreos repetidos y aliviados, promueven menores rendimientos menores pero de mayor calidad. La manera de lograr que una pastura mantenga una alta calidad durante todo el año, es realizando manejos

del pastoreo que favorezcan la presencia de elevados porcentajes de hojas verdes (Munro y Walters, 1986)

## 2.5 PRODUCCIÓN ANIMAL

### 2.5.1 Introducción

La productividad de un sistema pastoril es el resultado integrado de la producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que este forraje consumido es transformado en producto animal (Hodgson, 1990).

Según Blaser et al. (1960), el desempeño animal será un efecto directo de la cantidad y calidad de forraje consumido, pero modificado por la habilidad del propio animal en digerir y transformar esa materia seca en nutrientes asimilables.

Cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles, el consumo de pastura es sin duda el componente principal a tener en cuenta. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción con la eficiencia con que la digiera y metabolice los nutrientes consumidos (Waldo, 1986).

La intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y la producción por hectárea (Mott, 1960). Siempre que la producción individual no descienda por debajo de un nivel razonable, un aumento en la dotación produce un aumento en la producción de carne por hectárea, debido a que los rumiantes utilizan en forma más eficientes la materia seca disponible si el consumo es algo restringido (Hutton, citado por Smethan, 1981).

Según Escuder, citado por Beretta et al. (2007), la intensidad de pastoreo sería el principal factor que afecta este proceso y puede ser regulado a través del manejo de la carga y método de pastoreo, que afecta la distribución espacial y temporal de los animales en las diferentes parcelas.

Según Jagusch (1981), los requerimientos de alimentación de los rumiantes para un comportamiento determinado, dentro de un estado fisiológico dado son bastante constantes con pasturas de calidad conocida. El principal determinante de la producción de carne es la cantidad de pastura que puede producirse y que puede ser cosechada por el animal o conservada como heno o ensilaje.

### 2.5.2 Consumo

Como se mencionó anteriormente, la performance animal tiene dentro de los factores que la determinan, un componente de gran influencia como lo es el consumo de alimento, según lo expuesto por Waldo (1986).

El consumo y selectividad animal bajo pastoreo tiene una importancia fundamental en determinar la productividad animal (Hodgson 1981, Poppi et al. 1987) y la eficiencia global de los sistemas pastoriles (Hodgson, 1990). Esto demuestra que el conocimiento de las relaciones entre pasturas y animales es determinante en la maximización de la producción animal en sistemas pastoriles.

Allden y Whittaker, citados por Montossi et al. (1996) definió que la cantidad de forraje consumido diariamente es el producto del tiempo gastado en pastoreo y la tasa de consumo (TB X CB) durante el pastoreo, indicado en la siguiente ecuación:

$$C = TP * TB * CB$$

C= Consumo diario de forraje por animal (mg MO/kg PV)

TP= Tiempo de pastoreo (min/día)

TB= Tasa de bocado (bocados/min)

CB= Consumo por bocado (mg MO/kg PV)

Según Poppi et al. (1987), Hodgson (1990) el consumo animal no puede estudiarse sólo desde el punto de vista nutricional, necesitando una aproximación multifactorial dada la importante interdependencia de un gran número de variables envueltas en la interfase planta-animal.

Poppi et al. (1987), sostiene además que, características de las pasturas, tales como, forraje disponible, estructura vertical de la pastura y especies forrajeras han sido mencionadas como los mayores factores afectando la habilidad de los animales en pastoreo para cubrir sus requerimientos.

El consumo de forraje por parte del animal en pastoreo está determinado por factores relacionados con el animal, la pastura, el manejo y el ambiente. Con respecto al animal se pueden citar, la edad, el peso, el estado de preñez o lactancia, el nivel de producción y la condición corporal; con respecto a la pastura, la digestibilidad, la composición química, las especies, la cantidad de forraje y madurez; en cuanto al manejo, la cantidad de forraje por animal y por día, la suplementación, la fertilización y el sistema de pastoreo; y con respecto al ambiente, la temperatura, la humedad, el fotoperiodo, la velocidad del viento, etc. (Cangiano, 1997).

### 2.5.3 Factores que determinan el consumo

#### 2.5.3.1 Disponibilidad, altura y estructura

La disponibilidad de forraje presenta un efecto directo en el consumo, a medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado, pero se obtiene un mayor peso de bocado, lo que permite un mayor consumo (Hodgson, 1990).

En situaciones de baja disponibilidad, la cantidad de forraje es insuficiente y el consumo desciende, aunque la calidad ofrecida es buena debido a que consisten en su mayoría de rebrotes. Mientras que con altas disponibilidades, si bien la cantidad de forraje es suficiente, su calidad es inferior por la acumulación de restos secos (Carámbula, 2010).

Con respecto, Risso y Zarza (1891) el rango de 500 a 2500 kg/ha MS se corresponde con una buena posibilidad de selectividad por parte del animal y a su vez a cantidades que no serían limitantes para el consumo, mientras que disponibilidades menores disminuirían la cantidad y calidad de consumo.

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).

Al respecto, 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.

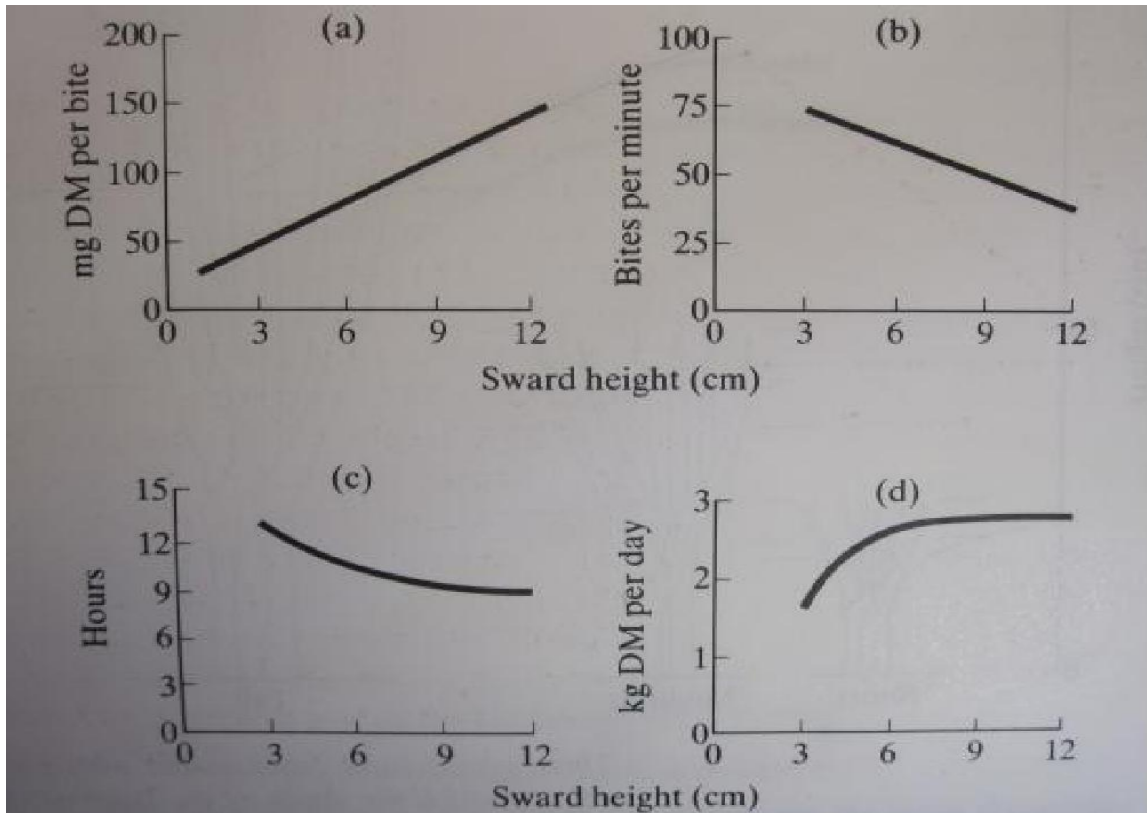


Figura No. 1. Asociaciones entre altura de la pastura y (a) consumo por bocado; (b) tasa de bocados; (c) tiempo de pastoreo, y (d) consumo diario, ilustrando la influencia dominante del consumo por bocado en el consumo diario de ovinos en pastoreo continuo sobre pasturas de raigrás perenne y trébol blanco (adaptado Hodgson, 1990).

Según Hodgson (1990), a valores de altura de pastura inferiores a 6-8cm, el incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocados no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo por bocado, resultando en una disminución en el consumo diario de forraje y con alturas de alrededor 3-4 cm, la reducción de consumo diario es particularmente seria.

Laca et al., citados por Chilibroste (2002), determinan que la altura y densidad del forraje son los factores más importantes en la definición de la profundidad y área de bocado y como consecuencia en el peso de bocado. A medida que aumenta la altura del forraje, el peso de bocado crece en forma lineal.

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

#### 2.5.3.2 Digestibilidad de la pastura

Según Cangiano (1997), la digestibilidad del forraje, ya sea que se exprese en términos de materia seca o de materia orgánica, es un buen estimador de su valor nutritivo (concentración de nutrientes), e influye directamente sobre el consumo de forraje. En la medida que las plantas maduran, la proporción de pared celular en sus tejidos aumenta, lo que determinan en una disminución de su digestibilidad potencial y su tasa digestiva efectiva. En consecuencia, el consumo de materia orgánica también disminuye y paralelamente se incrementa el tiempo de masticación por unidad de peso de alimento de peso consumido.

El consumo estaría afectado por la digestibilidad de la pastura consumida (cantidad de pared celular, largo de fibra, madurez del tejido vegetal, contenido de agua y palatabilidad) y la habilidad del tracto digestivo para procesar el alimento.

#### 2.5.3.3 Requerimientos del animal

Los requerimientos de energía metabolizable en bovinos están determinados por, peso vivo, tamaño y sexo; mes de gestación; producción de leche; ganancia o pérdida de peso vivo; composición de la ganancia o pérdida de peso vivo; estado corporal; y concentración energética del alimento (Cangiano ,1997).

Adams et al., citados por Valentine (1990) demostró que vacas de mayor tamaño consumen un volumen absoluto mayor de forraje pero menor cantidad por unidad de peso vivo que vacas de menor tamaño.

#### 2.5.3.4 Mecanismo físico y químico que determina el consumo

El mecanismo de distensión asume un límite de llenado ruminal, el que, cuando se alcanza determina el consumo por el tiempo de retención. Este tiempo de retención depende de la tasa de digestión y de pasaje. El mecanismo metabólico asume un límite superior de energía digestible, el que, cuando es alcanzado determina el consumo por la concentración de energía digestible de la dieta (Cangiano, 1997).



#### 2.5.3.5 Especies

Con leguminosas el animal alcanza una ganancia máxima que con gramíneas no, debido a factores nutricionales que afectan el consumo. Con leguminosas el animal alcanza su máximo consumo a una oferta diaria de forraje menos que con gramíneas, debido a factores nutricionales que afectan la facilidad de cosecha (Cangiano, 1997).

#### 2.5.3.6 Suplementación

Según Cangiano (1997), la suplementación con concentrados y forrajes conservados es una práctica muy utilizada en los sistemas de producción bajo pastoreo. Cuando estos suplementos son comidos por los animales, el consumo de la pasturas por lo general se reduce, aunque el consumo total de materia seca se incrementa. Esta reducción en el consumo de forraje por unidad de suplemento consumido se denomina tasa o coeficiente de sustitución.

Muchas veces el consumo voluntario puede estar limitado por una deficiencia de proteína en el forraje, por lo que una suplementación proteica puede superar esta deficiencia, incrementar la tasa de digestión en el rumen, y aumentar el consumo de forraje con lo que se estaría en presencia de adición en vez de sustitución (Cangiano, 1997).

#### 2.5.3.7 Condiciones ambientales

El bovino es homeotermo, es decir dentro de un rango de temperaturas no extremas, tiene la capacidad de controlar la temperatura de su cuerpo en un medio donde la temperatura es variante. La homeotermia forma parte de la homeostasis del animal, es la capacidad del cuerpo para mantener condiciones constantes o status de todo el cuerpo (peso corporal, presión sanguínea, temperatura interna, etc.) que se opone a las influencias externas (Cannon, citado por Saravia, 2009).

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). Esto genera una 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.

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

Formoso (2011) muestra 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.

#### 2.5.4 Oferta de forraje

La oferta de forraje se puede definir como la cantidad de forraje que tiene disponible un animal diariamente y se expresa como porcentaje de peso vivo del animal y tiene como objetivo controlar el consumo por parte de los animales (Méndes y Davies, citados por Foglino y Fernández, 2009).

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).

Como se mencionó anteriormente la selección del forraje por parte de los animales tiene una gran importancia en la performance animal, y está relacionado con la oferta de forraje. En tal sentido, Blaser et al., Elizondo et al., Jamieson y Hodgson, Kloster et al., citados por Foglino y Fernández (2009) manifiestan que, a medida que aumenta la oferta de forraje, aumenta el consumo y permite al animal seleccionar el forraje de mayor calidad (mayor digestibilidad y contenido de proteínas). A su vez, en la medida que disminuye la oferta de forraje los factores no nutricionales toman más importancia en determinar el consumo. En estas condiciones aumenta la dificultad para cosechar el forraje, lo que deprime el consumo (Poppi et al., citados por Foglino y Fernández, 2009).

Según Greenhalgh et al., citados por Agustoni et al. (2008), al aumentar la carga, la ganancia individual disminuye a causa de una menor selectividad del forraje y menor disponibilidad de materia seca por animal. Sin embargo la producción por hectárea aumenta y la máxima productividad por hectárea se logra con ganancias de peso individuales menores a las que se logran a bajas cargas.

Con respecto a producción de carne por hectárea, Agustoni et al. (2008) considera 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.

La carga animal es la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y la persistencia productiva de la pastura sembrada. El efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo (Chilibroste et al., 2005). Según Escuder, citado por Cangiano et al. (1996) 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 morfogénéticos 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 (Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al., 2005).

Para cuantificar la producción de carne se debe clasificar la pastura según la calidad, estimar el contenido de materia seca, y determinar el rendimiento por unidad de superficie. Se debería tener en cuenta el valor nutritivo de la pastura para ajustarlo según el estado fisiológico y comportamiento del animal.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERÍSTICAS EXPERIMENTALES GENERALES

##### 3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Mario A Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay) en el potrero número 32 a 32°23'27.71" de latitud sur y 58°03'41,76 de longitud oeste, durante el período comprendido entre el 11 de junio y el 17 de noviembre del 2012. El área comprendida una pradera de segundo año compuesta por dos mezclas forrajeras sobre dos rastrojos diferentes y con distintos momentos de siembra.

##### 3.1.2 Información meteorológica

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.

El Uruguay, presenta un clima templado a sub tropical (Durán, 1985), con un promedio de precipitaciones de 1200 mm con distribución isohigro.

##### 3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976) el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos, los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En asociación con estos se encuentran Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca. El área comprendida es una pradera de segundo año compuesta por dos mezclas forrajeras sobre dos rastrojos diferentes y con distintos momentos de siembra.

##### 3.1.4 Antecedentes del área experimental

La pradera fue sembrada sobre un rastrojo de sorgo híbrido (sorgo forrajero) y uno de *Digitaria sanguinalis* (digitaria), ambos con infestaciones de *Cynodon dactylon* y *Sorghum halepense*. A estos antecesores se les aplicó

glifosato el 25 de abril dando así comienzo al barbecho químico; y hubo una segunda aplicación de glifosato en todos los ensayos el 15 de mayo.

La primera siembra se realizó el 17 de mayo, con 22 días de barbecho, sembrándose ambas mezclas sobre ambos rastros.

Con respecto a las densidades de siembra utilizadas para la primera fecha, y primera mezcla, la misma fue sembrada a razón de 13,40 kg de *Festuca arundinacea* cv. Inta Brava, 2,40 kg de *Trifolium repens* cv. Zapican, y 5,60 kg de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel.

En lo que respecta a la segunda mezcla, estaba compuesta por 11,3 kg/ha de *Dactylis glomerata* cv. Inia Perseo y 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chana.

La segunda fecha de siembra fue realizada el 14 de junio, con 50 días de barbecho químico.

La primera mezcla constaba de 16,1 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Inta Brava, 2,5 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapican, y 5,9 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel.

La segunda mezcla estaba compuesta por 11,84 kg de *Dactylis glomerata* cv. Inia Perseo y 14 kg de *Medicago sativa* cv. Chana.

Las gramíneas fueron sembradas en el surco a 0,19 m, a una profundidad de 1,5 cm y las leguminosas al voleo. A la siembra se fertilizó con 100 kg/ha de 18-46-46-0 (fosfato de amonio), y se refertilizó el 23 de agosto con urea (46-0-0) a razón de 100 kg/ha.

Posteriormente tuvieron aplicaciones de 350 cc/ha de Flumetsulam y 1,2 l/ha de 2,4 DB; para controlar el enmalezamiento ya que este era significativo y muy diverso.

El 15 de abril de 2012 año en que se realiza el ensayo se refertilizó con 150 kg de 7-40-0, y posteriormente se aplicó 70 kg de urea en los meses de mayo y agosto.

### 3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos realizados son en base a dos mezclas con diferentes fechas de siembra siendo por lo tanto 4 tratamientos. La primer mezcla está compuesta de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* y la segunda compuesta por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*.

El potrero fue dividido en 8 parcelas donde cada mezcla tenía 2 repeticiones, para sus respectivas fechas de siembra. El pastoreo de los tratamientos comenzó el 11 de junio de 2012 y finaliza el 14 de noviembre de 2012 abarcando las estaciones invierno y primavera.

Se trabajó con una oferta de forraje fija de forma de determinar la producción de forraje, teniendo en la mezcla alfalfa y dactylis una carga de seis animales de 238 kg de peso vivo y en la mezcla festuca, trébol blanco y lotus corniculatus seis animales de 190 kg de peso vivo. Para mantener la oferta de forraje fija durante la estación estival se agregaron animales volantes.

Se realizó un pastoreo rotativo tratando de dejar un remanente de 5 cm en la parcela para luego ser cambiados a la siguiente parcela.

Los animales fueron caravaneados, para identificarlos por grupo y saber que grupo correspondía a tal mezcla, para luego ser pesados (al inicio y final del experimento), y así estimar las ganancias en cada mezcla forrajera.

### 3.1.6 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado es bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron dispuestos de una forma factorial dos por dos, en dos bloques donde en cada uno de ellos aparecen todos los tratamientos asignados aleatoriamente. Las parcelas dentro de cada bloque son similares entre sí y entre los bloques existe cierta heterogeneidad, es por esta razón la consideración de efecto bloque del diseño experimental.

El área experimental abarcó 3,68 ha, cada bloque de dos mezclas con sus dos fechas de siembra. Así se determinaron 4 tratamientos con su respectiva repetición en el otro bloque, Cada una de las 8 parcelas (unidades experimentales) consta de 0,46 ha.

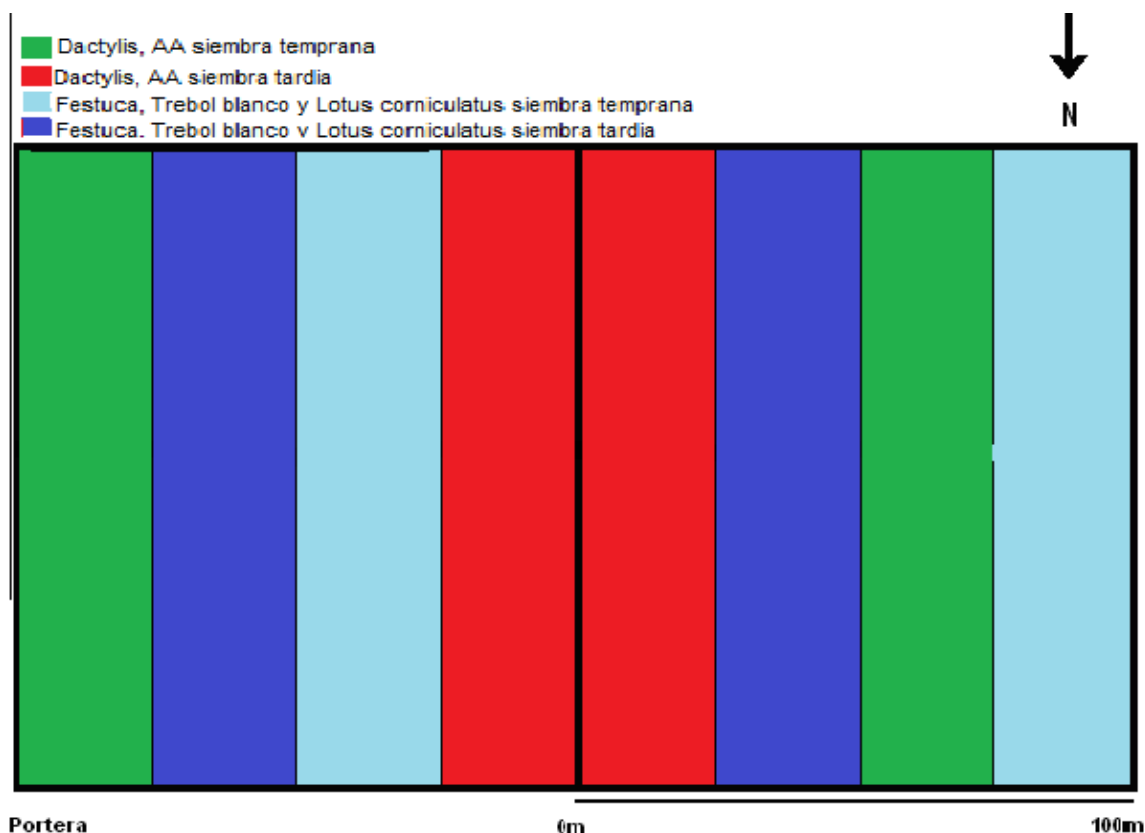


Figura No. 2. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos

### 3.2 DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES

#### 3.2.1 Disponibilidad y rechazo de materia seca

El forraje disponible (kg/ha) se define como la cantidad de materia seca que hay en la parcela antes del ingreso de los animales. Por otra parte el remanente es la materia seca (kg/ha) que queda luego de retirado los animales.

El método utilizado para medir disponibilidad fue el de doble muestreo con relación disponible/altura de forraje, siendo una medición objetiva (adaptado de Haydock y Shaw, 1975). El número veces que se toman mediciones es en función del número de pastoreos que se realice en cada parcela, siendo aproximadamente 4 a 5 en total por parcela a lo largo del periodo experimental. Las mediciones se realizaban utilizando un rectángulo 0,2\*0,5 metros cortando el forraje a 1cm del suelo. Se realizaron 15 cortes por parcela antes y después de cada pastoreo de forma tal de determinar la disponibilidad y el remanente. Se abarcaron todas las alturas de forraje

presentes de forma tal que las muestras sean representativas. El criterio empleado para tomar las alturas fue el punto de contacto de la regla con la punta de la hoja más alta. Se tomaron 3 medidas de altura en diagonal, uno en el medio y uno en cada extremo, por rectángulo previo al corte. La altura de forraje de cada parcela se obtuvo promediando las alturas de cada muestra. La medición de dicha variable conlleva a su vez trabajo de laboratorio el cual consiste en pesar el peso fresco y luego secar a estufa durante 48 horas a 60°C para determinar el peso seco de las mismas.

Con los datos obtenidos luego del proceso de secado, se procedió al cálculo de disponibilidad de forraje por hectárea. Mediante el ajuste de una ecuación de regresión obtenida entre altura de la pastura en cm (medida objetiva) y la biomasa aérea kg/ha de MS, se determinó la función a utilizar. Con la función de primer grado obtenida ( $f(x)=a+bx$ ) se procedió al cálculo de disponibilidad de forraje por hectárea. Se utilizaron los promedios de altura (medida subjetiva) de cada parcela obtenida del promedio de 30 mediciones por parcela previo o posterior al ingreso de los animales según corresponda al disponible o remanente respectivamente, sustituyendo en la función a la incógnita. Para el cálculo del disponible se ajustó además el mismo por el crecimiento durante los días de pastoreo.

### 3.2.2 Producción de forraje

La producción de forraje (kg/ha de MS) se determinó a través de la diferencia entre el forraje disponible al inicio del pastoreo ajustado por el crecimiento durante el pastoreo y el remanente del pastoreo anterior.

### 3.2.3 Composición botánica

Evaluación visual de grupos de especies a través de su porcentaje en biomasa al aporte de la pastura, lo cual al ser una medición visual es subjetiva. Se realiza en toda la parcela tanto en los disponibles como en los remanentes. Dicha variable se obtuvo mediante el promedio de 30 mediciones por franja con un rectángulo de 0,2m\*0,5m realizadas antes y después de cada pastoreo.

### 3.2.4 Tasa de crecimiento promedio

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



### 3.2.5 Peso de animales

El peso de los animales se determinó mediante el uso de balanza electrónica por la mañana con los animales en ayuno con restricción de agua previamente. Las respectivas pesadas fueron realizadas el 11/6, 14/8, 1/10 y al finalizar el experimento.

### 3.2.6 Ganancia de peso diaria

Es la ganancia diaria por animal (g/día) promedio para el periodo de pastoreo. Esta se calculó dividiendo la producción de carne durante el periodo experimental (peso vivo final menos el inicial) sobre los días de pastoreo, expresado en número de días.

### 3.2.7 Producción de peso vivo por hectárea

Es el peso vivo producido por hectárea durante todo el periodo de pastoreo. Para la situación experimental, se calculó mediante la ganancia total de peso en el periodo de pastoreo en cada tratamiento por separado y se lo dividió por la superficie de cada tratamiento. De esta forma se obtuvo la producción por hectárea de cada tratamiento.

## 3.3 HIPÓTESIS

### 3.3.1 Hipótesis biológica

- Existen diferencias significativas en la producción de forraje entre las mezclas evaluadas.
- Existen diferencias significativas en la producción de forraje entre distintas fechas de siembra
- Existen diferencias significativas en la producción de carne entre las mezclas evaluadas.

### 3.3.2 Hipótesis estadística

Ho:  $F1=F2$

Ha: Existe al menos una fecha de siembra diferente

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

Ha: Hay algún tratamiento diferente a cero

Ho:  $M1=M2$

Ha: Existe al menos una interacción diferente

### 3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información se procesó mediante el paquete estadístico INFOSTAT, las variables medidas se las analizó por medio del análisis de varianza y en el caso de encontrarse diferencias significativas se realizó la prueba LSD-Fisher al 10% para determinar la mínima diferencia significativa entre tratamientos.

Para el análisis estadístico del desempeño animal fueron considerados los registros de peso de cada grupo de animales, siendo la unidad de muestreo cada novillo, utilizándose el peso inicial como covariable.

#### 3.4.1 Modelo estadístico

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + f_j + M_i * F_j + \beta_k + e_{ijk}$$

donde:

Y: corresponde a la variable de interés.

$\mu$ : Efecto de la media general.

$M_i$ : Efecto de la i-esima mezcla  $i=1,2$ .

$F_j$ : Efecto de j-esima fecha de siembra  $j=1,2$ .

$M_i * F_j$ : Interaccion mezcla, fecha de siembra  $ij= 1,2,3,4$ .

$\beta_k$ : Efecto del k-esimo bloque  $k=1,2$

$e_{ijk}$ : Error experimental

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se presenta una comparación entre los registros de las precipitaciones y temperaturas correspondientes al período comprendido entre febrero y noviembre, abarcando los meses en que se llevó a cabo el trabajo experimental (11 de junio-14 de noviembre) y de una serie histórica entre 1980 y 2009. Dichos datos fueron aportados por la Estación Meteorológica de la EEMAC.

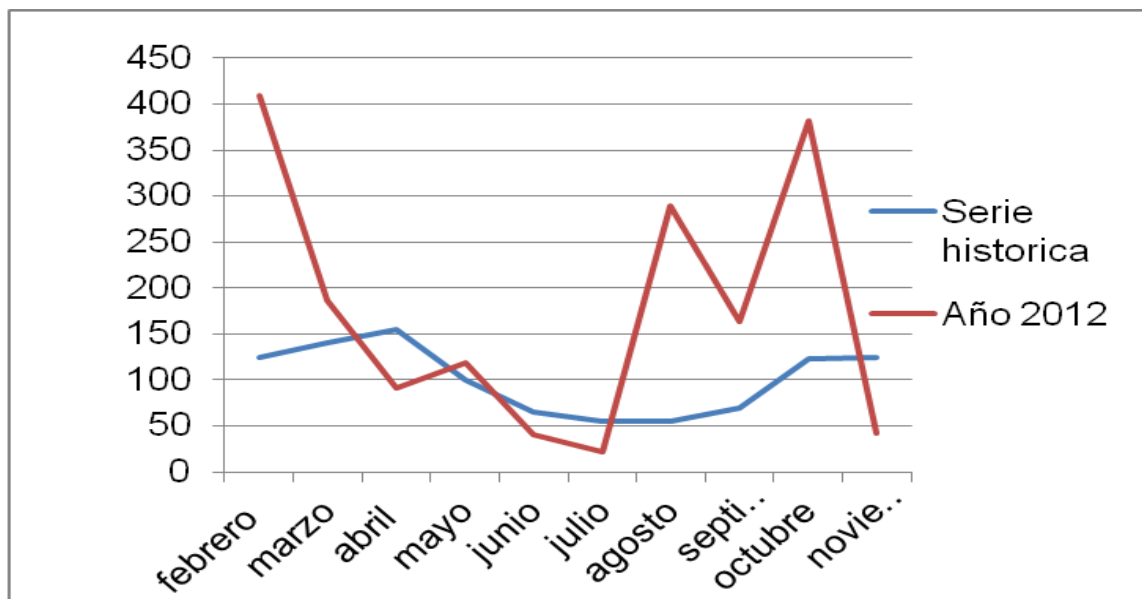


Figura No. 3. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico(1980-2009).

Como se puede observar en la figura No3 existe diferencias entre las precipitaciones del año experimental y la serie historia durante los meses que comprende el ensayo. Cabe destacar que el verano del 2012 fue sumamente lluvioso donde en el mes de febrero se superó ampliamente el promedio histórico con 409 mm. En lo que respecta a la estación invernal las precipitaciones de junio y julio estuvieron por debajo de la referencia considerada y a partir de agosto y durante toda la primavera las precipitaciones del año 2012 vuelven a superar ampliamente las precipitaciones promedio.

El considerar las precipitaciones durante el periodo experimental es de gran importancia por el hecho de la susceptibilidad de algunas especies evaluadas en este trabajo. El *Dactylis glomerata* tiene un sistema radicular

superficial por lo que debe manejarse cuidadosamente el pastoreo durante el verano y la primavera previa de manera de promover su desarrollo dado que no presenta latencia estival (Carámbula, 2007a). Esto es de suma importancia en fechas de siembras tardías, debido que en estas condiciones no se genera un sistema radicular desarrollado siendo más susceptible aún a estrés hídricos futuros (Carámbula, 2002). Para el tratamiento dactylis tarde puede que haya una disminución de dicha gramínea dentro de la mezcla dado las bajas precipitaciones durante el mes de diciembre y enero, pero no siendo de gran magnitud ya que las precipitaciones de febrero como ya se mencionó anteriormente fueron elevadas.

El *Trifolium repens* presenta un sistema radicular sumamente superficial lo que lo hace susceptibles a las sequías. Es por esta razón por la cual el trébol blanco es usado en regiones donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante (Carámbula, 2007a). Dadas las precipitaciones ocurridas durante el mes de febrero la persistencia del trébol blanco fue muy buena, lo cual se refleja en una alta proporción de la misma dentro de la mezcla (ver cuadro composición botánica).

Particularmente los meses de febrero y octubre fueron los de mayor diferencia respecto al promedio histórico del país, siendo de 409 mm y 382 mm respectivamente. En tanto los meses abril, junio y julio sus precipitaciones estuvieron por debajo del promedio histórico siendo de 91 mm, 41 mm y 22 mm respectivamente. En total del tiempo experimental las precipitaciones fueron de 940 mm muy por encima de igual período de la media histórica, siendo éste de 496 mm.

Las temperaturas del período experimental variaron entre 12 °C y 22 °C, existiendo escasa diferencia con el promedio histórico en el cual la temperatura varió entre 12,5 y 21 °C. En los meses de junio y julio se registraron temperaturas por debajo de la media histórica, a diferencia de agosto, setiembre y noviembre que superaron esta. En tanto el mes de agosto prácticamente no tuvo diferencias con el promedio.

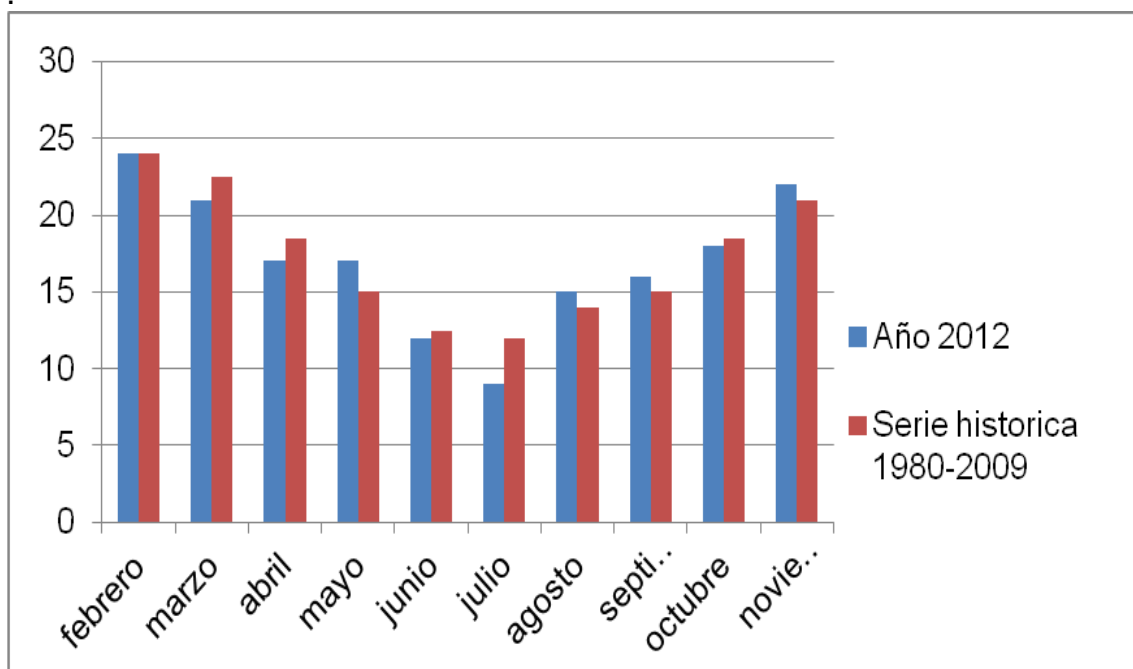


Figura No. 4. Registro de temperaturas durante el período experimental comparado con el promedio histórico

Según Carámbula (2002), las especies con metabolismo tipo C3 como *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* tienen buen desarrollo con temperaturas de 15 °C a 20 °C. Durante los meses de junio y julio al igual que para el promedio histórico se registraron temperaturas por debajo del óptimo para el desarrollo de las especies. Posteriormente en los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre hubo un promedio de temperatura de 17,8 °C, la cual se encuentra en el rango óptimo de temperatura para el desarrollo de las especies estudiadas.

De esta manera podemos concluir que ambas variables climáticas han sido en general propicias para la producción y persistencias de los diferentes componentes de las mezclas analizadas, viéndose esto reflejado en buenas producciones por parte de ambas mezclas como también en la buena persistencia de especies susceptibles a déficit hídrico.

## 4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

### 4.2.1 Forraje disponible

Analizando los cuadros 1 y 2 se puede observar claramente que no existió un efecto significativo de la mezcla ni de la fecha de siembra en la disponibilidad de forraje. Cuando dichas variables son analizadas en forma conjunta (ver cuadro No.3) se observa efecto significativo en la disponibilidad de forraje kg/ha MS.

Cuadro No.1. Disponibilidad de forraje kg/ha MS según mezcla forrajera.

Mezcla	Medias
Festuca	2238,7
Dactylis	2344,6

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

Cuadro No. 2. Disponibilidad de forraje kg/ha MS según fecha de siembra.

Fecha de siembra	Medias
Tarde	2198,4
Temprano	2384,9

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

Los resultados expuestos por López et al. (2012) encontraron diferencia significativa básicamente entre los sembrados en fechas de siembra tempranas contra las fecha de siembra tardías para dicha variable. Gómez de Freitas y Klaassen (2011) trabajando sobre esta misma pradera, en etapa de implantación, observaron que la emergencia de las mezclas para ambas fechas de siembra fue similar, sin embargo, a los 60 y 90 días la primer fecha de siembra tuvo un mayor porcentaje de implantación. Esto justificó una menor cantidad de forraje disponible para las fechas de siembras tardías en dicho periodo experimental.

Para nuestro periodo experimental no existen diferencias significativas entre fechas de siembras. Esto se puede explicar por el hecho de que hubo un verano atípico donde se registraron precipitaciones por encima del promedio histórico, principalmente en el mes de febrero. De esta manera no

hubo un descenso significativo en la proporción de los diferentes componentes de cada mezcla que resulta en una menor disponibilidad de forraje. Es así que en el segundo año de estas praderas se iguala la disponibilidad de forraje entre ambas fechas de siembras evaluadas, no habiendo diferencia significativa.

La *Festuca arundinacea* se caracteriza por su bajo vigor inicial (Carámbula, 2010) que frente a fechas de siembras tardías esta limitante se agrava disminuyendo significativamente la implantación y consecuentemente la producción, así lo mencionan López et al. (2012). En nuestro experimento la diferencia en disponibilidad de forraje entre ambas fechas de siembra no son estadísticamente significativas, sin embargo si observamos la composición botánica se puede ver claramente una menor proporción de *Festuca arundinacea* en siembras tardías. De esta manera el hecho de no encontrar diferencias significativas entre ambas fechas de siembra se explica por el *Trifolium repens* el cual es sumamente susceptible a los déficit hídricos del verano, situación que no se dio de gravedad durante el verano 2012. Es así que la proporción de dicha leguminosas durante el periodo experimental fue alta (ver cuadro composición botánica), reflejándose en una disponibilidad de forraje adecuada a pesar de una menor proporción de *Festuca arundinacea* que fue complementada por dicha leguminosa.

En lo que respecta al *Dactylis glomerata* el mayor perjuicio por fechas de siembras tardías es impedir, dadas las condiciones ambientales, un desarrollo radicular óptimo para no sufrir estrés hídricos futuros (Carámbula, 2002). Por lo tanto pudo haber una disminución en la proporción de dactylis, no siendo esta de gravedad dada las elevadas precipitaciones de febrero. Dicha disminución del dactylis no afectó la disponibilidad de forraje debido a una compensación por parte de la alfalfa de gran resistencia a las sequías y elevado potencial de producción.

Lo que refiere a la alfalfa las condiciones ambientales de los meses setiembre, octubre y noviembre donde las temperaturas se encuentran en el rango óptimo para el crecimiento sumado a las elevadas precipitaciones, explican la elevada disponibilidad tanto para fechas de siembra tardía como temprana, nivelando las diferencias en disponibilidad de forraje del primer año como reflejan los resultados obtenidos por López et al. (2012).

Cabe destacar además que el verano atípico también influyó en la elevada proporción de alfalfa dentro de la mezcla (ver cuadro composición botánica) lo cual se refleja en una elevada proporción de dicha leguminosa. Motivo por el cual tampoco se encuentran diferencias estadísticamente

significativas en la disponibilidad de MS entre los tratamientos de dactylis y alfalfa como se observa en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 3. Disponibilidad de forraje kg/ha MS según tratamiento.

Tratamiento	Medias
Festuca tarde	1907,4 A
Dactylis temprano	2199,8 AB
Dactylis tarde	2489,3 B
Festuca temprano	2570,0 B

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

El dactylis tarde comparada con la festuca temprana no presentan diferencias significativas en la disponibilidad de forraje kg/ha de MS principalmente por el componente alfalfa la cual supera en producción estival al resto de las especies utilizadas (Zanoniani, 2011). Esta se encuentra en gran proporción en la mezcla, tanto en fecha de siembra temprana como tardía, siendo mayor su aporte aun en esta última.

Por otra parte, se puede mencionar el aporte de la alfalfa en cuanto a su eficiencia en la fijación de nitrógeno atmosférico la cual beneficia la productividad del dactylis y de la mezcla en sí, siendo el segundo año el de mayor aporte por parte de la leguminosa (Carámbula, 2002).

El cultivar de *Trifolium repens* utilizado en el experimento fue Zapican, el cual presenta una muy buena producción de forraje desde el otoño hasta mediados de la primavera con un importante aporte en el invierno, es el componente de la mezcla que explica la buena disponibilidad de forraje (Díaz et al., 1996).

Esta mayor disponibilidad de forraje para los tratamientos ya mencionados presenta un efecto directo en el consumo, a medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado, pero se obtiene un mayor peso de bocado, lo que permite un mayor consumo (Hodgson, 1990).

En lo que respecta a la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* se observa diferencias significativas (ver cuadro No.3), donde el tratamiento con fecha de siembra temprano es el que presenta mayor disponibilidad de forraje. Esto se debe a una menor proporción de



*Festuca arundinacea* en el tratamiento festuca tarde, tal como se observa en el cuadro No.4, que pudo haber resentido la producción de dicha mezcla en esta fecha de siembra.

Estos resultados coinciden con las afirmaciones de Langer (1981), Carámbula (2002), que sostienen que aquellas praderas sembradas temprano en mejores condiciones de humedad y temperatura favorecen la mejor implantación y sobrevivencia de plantas durante el primer verano, menor enmalezamiento y mayor producción. Tal es así que en el cuadro No.4, se observa un aumento significativo del componente gramínea cuando la fecha de siembra es temprana.

Cuadro No. 4. Porcentaje de gramíneas según fecha de siembra.

Fecha de siembra	Medias
Tarde	34,2 A
Temprano	53,2 B

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

#### 4.2.1.1 Altura de forraje disponible

Las alturas de forraje disponibles que se observan en el cuadro No.5 se encuentran dentro de un rango de 15 a 25 cm. Además se observa una diferencia estadísticamente significativa entre mezclas, las cuales parecen lógicas por el hecho de la heterogeneidad morfogénica de las especies. Esto indica que las mismas diferirán en el tiempo que requieren para alcanzar su máxima capacidad de acumulación de tejido foliar y en consecuencia la frecuencia de defoliación que optimiza la cantidad de tejido cosechable (Agnusdei et al., 1998).

Cuadro No. 5. Alturas de forraje disponible según mezcla.

Mezcla	Medias
Festuca	18,0 A
Dactylis	24,3 B

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

Zanoniani et al. (2006), afirman que valores de altura de disponibles similares a estos permiten recuperar el área foliar y el estado de la pastura, amortiguando el efecto de las intensidades de defoliación.

Cabe mencionar que en lo que respecta a la alfalfa una altura de disponibilidad de forraje de 24-25 cm no es recomendable dado que la misma se encuentra acumulando reservas en la corona las cuales son esenciales para rebrotes posteriores a partir de sus yemas. Según Barber et al., citados por Frame (1996), la alfalfa tiene un mejor comportamiento frente a un régimen de cortes poco frecuentes, de esta forma puede realizar una mejor gestión de los nutrientes dentro de la planta entre defoliaciones para asegurar buenos rendimientos y persistencia de la planta.

Formoso (2000) sostiene que para tener buena acumulación de reservas y correcto rebrote, así como también lograr una buena persistencia de la alfalfa, una altura de disponible óptima sería de 30 a 35 cm.

Siguiendo con el análisis de esta mezcla, lo mencionado no concuerda con el manejo óptimo recomendado para el *dactylis*, dado que según Brougham, citado por Langer (1981) sostienen que la altura de disponible correcta es de 18 cm.

Cabe destacar que estas alturas son para especies sembradas puras, en donde la altura adecuada debe ser una situación intermedia o la combinación de alturas estacionales que favorezcan la mezcla.

Estas diferencias en el manejo ha llevado a cuestionamientos en cuanto a la inclusión de la alfalfa en la mezcla así como la de trébol blanco y lotus tal como lo manifiesta Carámbula (2010) donde la morfología de las plantas individuales, afecta la estructura y funcionamiento de las poblaciones y comunidades, determinando las interacciones competitivas entre las especies y entre individuos de una misma especie.

Por otra parte Langer (1981) afirma que aun en las mezclas más simples de gramíneas y alfalfa existe una verdadera dificultad de realizar un manejo correcto que se adecue a un componente sin imponer al mismo tiempo un stress sobre el otro. Casi invariablemente la alfalfa o la gramínea deberán ser cortados o pastoreados en un estado inferior al óptimo, y esto tiende a desequilibrar el balance delicado que existe entre las dos especies

A su vez, hay autores que destacan la inclusión de estas especies dentro de una mezcla dado que manifiestan las tolerancias del dactylis a las condiciones de sombreado que puede hacerle la alfalfa. Al respecto, Carámbula (2007a) hace referencia a que el dactylis es una especie que se adapta muy bien a pasturas mixtas así como también a siembras asociadas a cereales, dada la tolerancia que presenta al sombreado y su poca agresividad, lo cual le permite, con un manejo apropiado de la leguminosa que lo acompañe obtener una pastura balanceada.

Sin embargo hay que considerar que una mezcla no tiene el objetivo de que cada uno de sus componentes exprese su potencial, sino que se utilice más eficientemente los recursos ambientales dada la complementariedad de los ciclos productivos de las especies que la componen (Carámbula, 2007b), uniformizado la oferta de forraje en el año.

Cuadro No. 6. Alturas promedio de forraje disponible según tratamiento

Tratamiento	Medias
Festuca tarde	16,9 A
Festuca temprano	19,1 B
Dactylis temprano	23,9 C
Dactylis tarde	24,7 C

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

Como se observa claramente, en el presente (ver cuadro No. 5 y No.6) y en otros trabajos, hay diferencia significativa en altura promedio de disponible a favor de la mezcla de dactylis frente a la de festuca. Según López et al. (2012), este comportamiento está explicado por el componente leguminosa de las mezclas, donde la alfalfa y el lotus son las de porte erecto, marcando las alturas de disponible, pero la alfalfa presenta mayor crecimiento y vigor, determinando dicho comportamiento observado.

Analizando los datos de altura promedio de disponible según tratamiento los mismos son similares a los obtenidos por López et al. (2012), donde las diferencias observadas entre tratamientos son iguales. En el caso de los tratamientos con dactylis y alfalfa no existen diferencias significativas, pero

en los tratamientos con Festuca si, donde la festuca tarde tiene significativamente menor altura de disponible.

Comparando con los datos de otros trabajos, Fariña y Saravia (2010) para ambas mezclas fueron de 16,4 y 15,6 cm promediado en 16 cm, datos similares a los obtenidos por López et al. (2012), con 18,4 y 12,9 cm para dactylis y festuca respectivamente. Las diferencias observadas en los valores absolutos, puede estar dada por los días de descanso determinadas en cada experimento.

Con respecto a lo anterior, es importante remarcar que la proporción de leguminosas es significativamente mayor en la mezcla dactylis que en festuca, 58,48% vs 40,88%. Donde la alfalfa es el componente principal, mientras que el lotus no lo es en su mezcla, además en esta última se encuentra el trébol blanco que es una especie estolonífera de crecimiento horizontal con gran poder de colonización.

#### 4.2.2 Forraje remanente

En el cuadro No.7 se puede observar que no existe diferencia significativa entre las mezclas, sin embargo se aprecia una tendencia con probabilidad menor a 0,2 donde la festuca tiende a presentar mayor forraje remanente.

Cuadro No. 7. Forraje remanente según mezcla (kg/ha MS)

Mezcla	Media
Dactylis	948,8
Festuca	1152,9

Dicha tendencia se explica debido al hábito de crecimiento de las especies que componen cada mezcla. En lo que respecta a la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, y *Lotus corniculatus*, las dos primeras presentan hábito de crecimiento semi-postrada a postrada y estolonífera respectivamente (Carámbula, 2010). Esto genera una cantidad significativa de MS que se encuentra en los primeros centímetros de suelo fuera del alcance del animal, lo cual se refleja en mayor forraje remanente.

Por otra parte el menor forraje remanente de la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* se explica también por el hábito de crecimiento, principalmente el de la alfalfa. Dicha leguminosa tiene hábito de crecimiento

erecto por lo que el mayor porcentaje de MS que produce es accesible al diente del animal pudiendo realizar un mayor consumo del forraje disponible (Langer, 1981).

En el cuadro No.8 se observa una diferencia significativa entre las distintas fechas de siembras. Esto se debe a que en fechas de siembra tardías dada su menor implantación se presenta un mayor porcentaje de malezas que usualmente reducen la calidad y cantidad de la pastura, además de competir con plantas deseables por humedad, nutrientes, luz y espacio (Ball et al., 1991). Esto por su parte se refleja en un menor consumo principalmente por la baja calidad del forraje disponible para los animales.

Cuadro No. 8. Forraje remanente según fecha de siembra (kg/ha MS)

Fecha de siembra	Medias
Temprano	908,6 A
Tarde	1193,2 B

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

Los valores obtenidos para forraje remanente no son similares a los obtenidos por Bianchi et al. (2011), sin embargo estos autores observaron diferencias significativas entre las mezclas *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* con respecto a la de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, siendo esta última la de menor forraje remanente al igual que el presente trabajo. Los valores obtenidos en dicho experimento para las mezclas *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* fue de 445 kg/ha de MS y para *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* fue de 790 kg/ha de MS. Esto se debe a que las condiciones climáticas estivo-otoñales del experimento Bianchi et al. (2011) fueron desfavorables y tanto la altura del remanente como del disponible disminuyeron a medida que avanzaban los pastoreos, provocando una disminución en la materia seca, ya que ambas variables están correlacionadas. En dicho trabajo en el verano se dio una merma de rendimientos para todos los componentes de ambas mezclas, debido a menores precipitaciones y temperaturas por encima del rango óptimo de cada especie.

Estas mermas de rendimientos se dan distintas magnitudes para cada especie, lo que se debe principalmente a los sistemas radiculares característicos de cada una de ellas que las hace más o menos resistentes a las sequías.

En el siguiente cuadro se visualiza el forraje remanente según tratamiento, en el cual se puede observar diferencia significativa en festuca temprano con respecto a los restantes tratamientos. Esto se explica por la composición botánica de la misma en la cual predomina el componente gramínea (ver cuadro de composición botánica).

Cuadro No. 9. Forraje remanente según tratamiento (kg/ha de MS)

Tratamiento	Medias
Dactylis tarde	905,8 A
Festuca tarde	911,4 A
Dactylis temprano	991,9 A
Festuca temprano	1394,4 B

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

La proporción de festuca puede que limite el porcentaje de utilización dada una mayor proporción de vainas/tallos reflejándose en mayores remanentes de forraje. Esta menor apetecibilidad se acentúa en etapas avanzadas de crecimiento, siendo esta a partir de la primavera temprana, lo que significa uno de los principales inconvenientes que presenta esta gramínea (Carámbula, 2010)

Dicha diferencia significativa de la festuca temprano se debe a su vez por el hábito de crecimiento del trébol blanco y de la festuca. Como se mencionó anteriormente el hábito de crecimiento del *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea* explica el mayor forraje remanente dado los kg/ha de MS producido fuera del alcance del diente del animal. Cabe destacar además que la festuca temprano posee el mayor disponible (ver cuadro No.3) y el hecho de cambiar a los animales de la franja de pastoreo cuando por lo menos uno de los tratamientos llegara a 5 cm de remanente, determina que el consumo sea menor en la que originalmente tenga mayor disponible y por lo tanto su remanente mayor.

Poppi et al. (1987) sostiene que características de las pasturas tales como, forraje disponible, estructura vertical de la pastura y especies forrajeras, han sido mencionadas como los mayores factores afectando la habilidad de los animales en pastoreo para cubrir sus requerimientos.

Según Hodgson (1990), a valores de altura de pastura inferiores a 6-8cm, el incremento en el tiempo de pastoreo y en la tasa de bocados no son suficientes para compensar las reducciones en el consumo por bocado, resultando en una disminución en el consumo diario de forraje y con alturas de alrededor 3-4 cm, la reducción de consumo diario es particularmente seria.

Sin embargo Burns, citado por Carámbula (2002) determinó para la festuca que si bien el 65 por ciento del forraje se encontraba en los primeros 5 cm desde el suelo, ésta poseía un 30 por ciento de digestibilidad en contraposición con un 60 por ciento de los estratos superiores. Es así que hábitos de crecimientos postrados y estoloníferos no solo generan un mayor forraje remanente en los primeros cm del suelo sino también una disminución en el consumo animal.

En lo que respecta al resto de los tratamientos principalmente el dactylis tarde predomina la alfalfa que posee estructuras de planta más digestibles, hojas y peciolos, que promueven un mayor consumo animal. El hábito de crecimiento erecto de la alfalfa explica también su bajo forraje remanente ya que el mayor porcentaje de MS es accesible al diente del animal pudiendo realizar un mayor consumo del forraje disponible (Langer, 1981)

#### 4.2.2.1 Altura remanente

Como se observa en el cuadro No.10 la altura de los remanentes no varió significativamente entre tratamientos, cabe destacar que los mismos estuvieron dentro de los valores recomendados para no comprometer el desempeño posterior de la pastura, según Carámbula (2002), Arenares et al. (2011).

Cuadro No. 10. Altura de remanente según tratamiento

Tratamiento	Medias
Dactylis temprano	7,0
Festuca temprano	7,2
Festuca tarde	7,8
Dactylis tarde	7,9

En lo que respecta al *Dactylis glomerata* la acumulación de reservas de esta gramínea se da en la base de los macollos y de las vainas de la hoja, lo que determina que se favorece con pastoreos frecuentes pero poco intensos, ya que defoliaciones más severas compromete directamente los niveles de reservas y así su persistencia (Carámbula, 2007a). De esta manera en una pastura mixta se recomienda un manejo durante todo el año, de frecuencia 18 cm e intensidad 7 (Brougham, citado por Langer, 1981).

En la *Festuca arundinacea* para favorecer la productividad y persistencia se debe insistir en un manejo a fines del invierno y primera mitad de la primavera que permita un buen desarrollo radicular previo al verano, para lograr una buena exploración radicular y extraer agua de horizontes más profundos (Carámbula, 2007a). Por lo tanto la frecuencia e intensidad varía según la estación de crecimiento, siendo el dato objetivo de frecuencia e intensidad de 10-15 cm y 3-5 cm respectivamente (Carámbula, 2007a).

La alfalfa tiene un mejor comportamiento frente a un régimen de cortes poco frecuentes, de esta forma puede realizar una mejor gestión de los nutrientes dentro de la planta entre defoliaciones para asegurar buenos rendimientos y persistencia de la planta. Las reservas de nitrógeno en la raíz de la planta son determinantes de la velocidad de crecimiento luego de la defoliación, basándose el nuevo crecimiento en el pool de proteínas de almacenamiento vegetativo (Barber et al., citados por Frame, 1996).

Según Formoso (2000), para la alfalfa el manejo del pastoreo óptimo es con una frecuencia de 30 a 35 cm de altura de manera tal de que se acumule un porcentaje de carbohidratos de reserva en la corona para posteriores rebotes, y con una intensidad de 2 a 3 cm.

Dadas las características morfológicas, el lotus es sensible a las prácticas de manejo del pastoreo ya que presenta como característica fundamental tallos erectos, lo cual determina que la defoliación retire no solamente folíolos sino también meristemos axilares y apicales que se encuentran por encima de la altura de corte. A su vez, también son removidas las hojas más nuevas por el diente animal, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente presente nula o muy baja capacidad fotosintética, por lo tanto el rebrote en gran parte es dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

El lotus no soporta pastoreos frecuentes e intensos (Carámbula, 2010), siendo una medida objetiva recomendable para primavera y verano una frecuencia de 20 a 25 cm y en otoño de 10 a 12 cm, mientras que la intensidad



es de 3 a 6 cm, según lo redactado por Formoso (1996), con un manejo rotativo al cual la especie se adapta muy bien.

En cuanto al manejo del pastoreo, el trébol blanco admite pastoreos intensos manteniendo altos rendimientos, dado que presenta porte rastrero, con los meristemas fuera del alcance del animal, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas jóvenes de mayor capacidad fotosintética en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior de la canopia (Carámbula, 2002). No obstante, con regímenes severos de defoliación, se reduce el tamaño de hoja y se afecta el crecimiento de la planta, disminuyendo la capacidad competitiva frente a las gramíneas, lo mismo ocurre en periodos secos (Brougham, citado por Foglino y Fernández, 2009). Objetivamente el pastoreo debe realizarse de forma rotativa, con una frecuencia de 12 a 15 cm en invierno y de 18 a 20 cm en primavera, mientras que la intensidad es de 3 a 5 cm (Zanoniani et al., 2011).

En lo que respecta a la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* las alturas remanentes deben ser entre 3 a 6 centímetros, en tanto para la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* tomamos la intensidad óptima del dactylis que es de 7 cm, dado que la leguminosa soporta pastoreos más intensos, entre 2 a 3 cm de remanente. Como se puede observar en el cuadro No.10 las alturas remanentes son de 7 cm aproximadamente, por lo que la intensidad de pastoreo se encuentra dentro de los rangos recomendables para un desempeño óptimo de ambas mezclas forrajeras.

Si comparamos los resultados obtenidos con los de Bianchi et al. (2011) observamos que las alturas remanentes son significativamente menores tanto con el presente trabajo como también con las recomendadas por Zanoniani, mencionadas anteriormente. Cabe destacar que dicho trabajo fue realizado en el período estivo-otoñal mientras que éste es realizado en el período invierno-primaveral, lo cual tratándose del periodo experimental de Bianchi et al. (2011) los valores de las alturas remanentes deberían ser superiores.

#### 4.2.3 Porcentaje de utilización del forraje disponible

Se puede observar en el cuadro de porcentaje de utilización según fecha de siembra una diferencia significativa entre tempranas y tardes, siendo estas últimas las que presentan mayor valor de dicha variable.

Cuadro No. 11. Porcentaje de utilización de acuerdo a fecha de siembra

Fecha de siembra	Medias
Temprano	46,5 A
Tarde	58,0 B

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

Dicha diferencia se explica a partir de la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* sembrada tardíamente. En este tratamiento se puede observar una mayor proporción del componente leguminosa (ver composición botánica) que debido a su hábito de crecimiento erecto tiene una mayor producción de MS al alcance del diente del animal, lo cual se refleja en un mayor porcentaje de utilización.

Existe además una tendencia donde la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* ( $p \leq 0,2$ ) presenta mayor valor de % de utilización que la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* (ver cuadro anexo No.4). La mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* presentan altos valores de dicha variable debido a la estructura de las plantas que componen la mezcla. Esto se explica a que dichas forrajeras presentan porte erecto o semierecto produciendo una gran cantidad de forraje al alcance del diente del animal (Carámbula, 2010).

Como se puede observar en el cuadro No.12 no existen diferencias significativas entre tratamientos, a excepción de los tratamientos con fechas de siembras tardías que llegan a tener cierta diferencia numérica con respecto a los tempranos.

Cuadro No.12. Porcentaje de Utilización según tratamiento

Tratamiento	Medias
Festuca temprano	45,6
Dactylis temprano	47,4
Festuca tarde	54,0
Dactylis tarde	62,0

El dactylis tarde presenta mayor % de utilización debido a la composición botánica del mismo donde predomina el componente leguminosa, *Medicago sativa*, (ver cuadro de composición botánica) que por su porte más erecto posee más biomasa accesible al animal lo que conjuntamente a su elevada calidad de forraje determina una mayor utilización por parte de éste. De esta manera en aquellas mezclas donde predominan leguminosas se observan mayores valores de % de utilización debido a que estimulan un mayor consumo por parte del animal. Con leguminosas el animal alcanza su máximo consumo a una oferta diaria de forraje menos que con gramíneas, debido a factores nutricionales que afectan la facilidad de cosecha (Cangiano, 1997).

En lo que respecta al tratamiento festuca tarde su mayor % de utilización también se explica por la composición botánica de la mezcla, donde si observamos el cuadro de composición botánica se ve un claro predominio del componente leguminosa, principalmente trébol blanco. Dicha especie como componente de una mezcla aporta una mayor calidad de la pastura dado su mayor digestibilidad y aceptabilidad, que permiten un mayor consumo del animal, Langer (1981). Sumado a esto, dado el habito de crecimiento postrado tiene muy buena persistencia frente a pastoreos intensos y frecuentes (Carámbula, 2002).

Estos datos no coinciden con los obtenidos por López et al. (2012) donde las mezclas *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* tuvieron mayor % de utilización que la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, independientemente de la fecha de siembras. Estos datos no son los esperados dado que las especies que componen dicha mezcla son de habito de crecimiento más postrado tanto las festuca como el trébol blanco, por lo cual ofrecen menor cantidad de biomasa en altura y deberían presentar menor

porcentaje de utilización. Este menor porcentaje de utilización de la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* se explica debido a que en el momento de pastoreo los animales encontraron plantas de estructuras con una alta relación vaina/lámina, en tanto la alfalfa presentaba tallos bien lignificados, que podría provocar un aumento a la resistencia de fricción del bocado y podrían haber limitado el consumo por parte de los animales; Arenares et al. (2011).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con los presentados por Bianchi et al. (2011) siendo los porcentajes de utilización de 85% para la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* y 45% para la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Para esta última mezcla los valores obtenidos son un poco menores con respecto al presente trabajo, debido en parte a la pérdida de calidad de la festuca dado que se encuentra en etapas avanzadas de crecimiento. Todas las gramíneas forrajeras, incluyendo la festuca, a excepción de falaris, el pasaje a estado reproductivo determina pérdidas en calidad y potencial productivo posterior (Formoso, 1996).

Por otra parte el menor % de utilización de la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* se explica por una menor proporción de trébol blanco dado su gran susceptibilidad a las sequías en la estación estival, periodo en el cual se desarrolló el trabajo de Bianchi et al. (2011). Al disminuir la proporción del mismo disminuye la calidad de la pastura y por tanto el consumo de la misma.

En lo que respecta a la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* el valor de % de utilización obtenidos por Bianchi et al. (2011) es superior, siendo este de 85%. Esto se debe principalmente a la alfalfa dado que su distribución estacional de producción es primavera-verano-otoño, y el periodo durante el cual se desarrolló el trabajo de Bianchi et al. (2011) fue estivo-otoñal. Por lo tanto durante dicho periodo experimental se da una mayor producción de dicha leguminosa que se refleja en un mayor consumo y por lo tanto en un mayor % de utilización de la pastura (Zanoniani, 2010). En tanto el presente trabajo transcurrió durante el periodo invierno-primaveral, donde en el invierno hay una menor producción de alfalfa lo cual se refleja en un menor % de utilización.

#### 4.2.4 Composición botánica

##### 4.2.4.1 Composición botánica invierno

Como se puede observar tanto en el cuadro No.13 como No.14 hubo diferencias significativas en el componente gramínea para el tratamiento festuca temprano, en tanto los restantes tratamientos no presentaron diferencias significativas.

Cuadro No. 13. Composición botánica disponible invierno (kg/ha MS)

Tratamiento	Gramínea	Leguminosa	Maleza	R. secos
Dactylis temprano	546,9 A	599,8	41,5	41,5
Festuca tarde	640,9 A	805,8	46,8	40,9
Dactylis tarde	673,7 A	1559,1	42,2	42,9
Festuca Temprano	1403,4 B	570,9	72,2	35,1

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

El tratamiento festuca temprano presenta un mayor contenido de gramíneas que los tratamientos restantes, principalmente por su fecha de siembra temprana que permiten dada las condiciones ambientales a la que se expone las plántulas, una buena implantación. Esto permite que no haya una disminución en la proporción de festuca dentro de la mezcla como sí sucedió y se puede observar en el tratamiento festuca tarde (ver cuadro anexo No.16)

En este sentido Stepler (1965) menciona que el objetivo primario en implantación de pasturas es alcanzar un estado de desarrollo en las nuevas plantas tal que les permita sobrevivir períodos de estrés ambiental, lo cual lo otorga fechas de siembras tempranas.

Cuadro No. 14. Composición botánica disponible invierno %

Tratamiento	Gramíneas	Leguminosas	Malezas	Restos secos
dactylis Tarde	30,5 A	66,0	1,7	1,8
festuca Tarde	39,3 A	55,3	3,8	1,8
dactylis temprano	46,8 A	47,7	3,3	1,9
festuca temprano	65,3 B	29,2	3,5	2,8

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

Por otra parte Langer (1981), Carámbula (2002) afirman que siembras tempranas presentan una mejor implantación y mayor precocidad que tardías, puesto que promueven una población elevada de plántulas vigorosas debido a un mayor período de buenas temperaturas para su desarrollo.

Esto significa una menor competencia por parte del trébol blanco, de gran agresividad, y de malezas que compiten con la gramínea tanto por nutrientes como por radiación, lo que se refleja en una mayor proporción de festuca como también mayor producción. Este punto queda evidenciado al comparar el tratamiento de festuca tarde donde el aporte de materia seca en kg/ha de esta gramínea es significativamente menor.

Por otra parte dicho análisis es justificado también a que el aporte de materia seca durante esta estación del año es mayor debido a su ciclo productivo invernal. Sumado a esto sus características de poseer rizomas cortos, rápidos rebrotes y máxima tasa de macollaje durante el invierno le permite ser más agresiva frente al *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, por lo que se ve disminuido la proporción de ambas leguminosas dentro de la mezcla durante el invierno (Carámbula, 2007a).

Se puede observar también diferencias significativas entre las diferentes fechas de siembra (ver cuadro anexo No.13) en donde las tardías

presentan claramente una mayor proporción de leguminosas. Esto se debe a que el *Dactylis glomerata* sembrado tardíamente su producción pudo haber sufrido una merma dado los déficit hídricos de diciembre y enero. Así lo menciona Carámbula (2002) en donde las siembras tardías de invierno muchas plantas mueren cuando llegan las sequías del verano debido a que no han desarrollado un buen sistema radicular. Por otra parte la alfalfa posee una raíz pivotante que se orienta perpendicularmente pudiendo penetrar en el suelo hasta 7-9 metros de profundidad, lo que le permite llegar al agua de las capas más profundas (Heichel, citado por Barnes y Sheaffer, 1995). Es así que la superioridad en producción de la alfalfa se prolonga desde el verano en la mezcla sembrada tardíamente.

Con la festuca tarde ocurre lo mismo viéndose disminuida la proporción y producción de la misma frente al componente leguminosa. Dado su vigor inicial lento su implantación es menor, y esto se acentúa frente a las condiciones climáticas dadas en la fechas de siembra tardía. Carámbula (2002) hace referencia a que su implantación es muy baja debido a que sus plántulas son muy poco vigorosas y como consecuencia es dominada fácilmente por especies de crecimiento más rápido. Por esta razón debe manejarse con mucho criterio, si no se quiere correr el riesgo de perderla por competencia, ya sea de malezas o de especies forrajeras de mayor vigor inicial, como es el ejemplo del *Trifolium repens*.

En lo que respecta a las malezas cabe mencionar que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo los porcentajes de malezas en todos los tratamientos, menor al 5 %. Por lo tanto es una proporción insignificante dentro de la mezcla no produciendo efectos desfavorables en la producción como tampoco en la persistencia de las especies forrajeras analizadas.

Los restos secos fueron mínimos durante el invierno, y si observamos todo el periodo se mantuvieron por debajo del 10%. Esto se explica por el hecho que no se dejó acumular altos niveles de materia seca antes de ingresar los animales, de manera que no se generó grandes volúmenes de material senescente de las distintas fracciones.

#### 4.2.4.2 Composición botánica primavera

Como se puede observar en el cuadro No.15 no existen diferencias significativas entre tratamientos en ninguno de los componentes botánicos. Sin embargo en lo que respecta al componente leguminosa, existe diferencia significativa entre ambas mezclas como se puede observar en el cuadro No.16.

Cuadro No.15. Composición botánica primavera %

Tratamiento	Gramíneas	Leguminosas	Malezas	Restos secos
Dactylis Tarde	24,5	67,0	0	8,0
Festuca Tarde	41,0	50,0	1,0	9,0
Dactylis temprano	37,5	56,0	1,5	5,5
Festuca temprano	62,5	23,5	6,0	6,5

Esta diferencia observada se explica por el componente alfalfa, una especie leguminosa perenne estival con alto potencial de producción primavero-estival (Rebuffo, 2000), la cual tiene una marcada superioridad de producción frente al resto de las leguminosas estudiadas como también frente a las gramíneas. Este aspecto fue analizado en la estación invierno pero en la primavera dicha diferencia se acentúa más aún, debido a los ciclos de producción de cada especie.

Cuadro No. 16. kg/ha MS de leguminosa según mezcla

Mezcla	Medias
Festuca	846,3 A
Dactylis	1707,5 B

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

La mezcla festuca tiene como componente *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. En lo que refiere a *Trifolium repens* es una leguminosa perenne invernada, aunque puede comportarse como anual o bianual dependiendo de las condiciones del verano (Carámbula, 2010), presentando un ciclo de vida invernada con un pico de producción en la primavera. El otro componente *Lotus corniculatus* es una leguminosa perenne estival siendo los cultivares de mayor



uso dada su resistencia a altas temperaturas y a sequías. Si bien su producción es predominantemente otoñal y primaveral puede presentar un comportamiento diferencial durante el verano según las condiciones ambientales dadas (Carámbula, 2010).

Si comparamos el *Lotus corniculatus* con *Medicago sativa*, esta última presenta un crecimiento más rápido lo cual se debe a un índice de área foliar mayor, una mejor distribución de las hojas y una mayor eficiencia de las mismas para utilizar la energía solar (Carámbula, 2010). Todas estas características llevan a que la alfalfa tenga una producción significativamente superior al *Lotus corniculatus*. Cabe destacar que si bien el *Lotus corniculatus* durante el ciclo vegetativo crece más lento que la alfalfa, a diferencia de esta no cesa el crecimiento en etapas avanzadas de su desarrollo y continúa el proceso de acumulación de forraje aun después de la floración.

Se observó además diferencias significativas entre ambas fechas de siembra como lo demuestra el cuadro No.17 habiendo una mayor proporción de leguminosas en las sembradas tardíamente. Esto se debe principalmente al componente gramínea, como ya se mencionó anteriormente ambas gramíneas perennes poseen bajo vigor inicial que en siembras tardías empeora dadas las condiciones ambientales teniendo baja implantación. De esta manera el resto de las especies que comparten la mezcla, de buen vigor inicial, presentan una mejor implantación colonizando mayores espacios libres en detrimento de la festuca y el dactylis.

Cuadro No. 17. Proporción de leguminosas según fecha de siembra

Fecha de siembra	Medias
Temprano	38,5 A
Tarde	60,6 B

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

En lo que refiere a las malezas se puede observar en el cuadro No.18 diferencias significativas entre ambas mezclas siendo la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* la de mayor enmalezamiento. Una de las razones de este resultado puede ser debido al menor vigor inicial de la festuca. Este menor vigor inicial frente a ciertas condiciones reduce la implantación dejando espacios libres para la colonización de malezas. Cabe mencionar que al igual que la estación invernal los porcentajes de dicho componente se encuentran por debajo del 5 % siendo sus

efectos mínimos o nulos frente a la producción y persistencia de las diferentes especies forrajeras.

Cuadro No.18. Proporción de malezas según mezcla

Mezcla	Medias
Dactylis	1,3      A
Festuca	3,0      B

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

El dactylis es una gramínea perenne invernal más resistente que la festuca en lo que refiere a las altas temperaturas y al estrés hídrico por lo que en primavera deja de producir mucho más tarde y empieza a producir mucho más temprano en el otoño. Eso implica que mezclas con dactylis como componente perenne, cuando son bien manejadas, terminan siendo más productivas y en definitiva van a ser más longevas porque tienen mucho mejor comportamiento de competencia frente a las malezas, fundamentalmente las gramíneas estivales anuales que avanzan cuando la festuca deja de crecer (García, 1995)

En tal sentido la mezcla dactylis con alfalfa tiene una excelente producción en el periodo primavera otoñal, tanto por la alfalfa como por el dactylis, que acompaña y complementa la producción de primavera. Eso permite un menor ingreso de las malezas estivales anuales, que son las que se han promovido últimamente en mayor producción como setaria, digitaria, pasto blanco, capin, que en mezclas con festuca se introducen y ocupan un lugar importante. Esa mejor competencias con esas especies por el hecho de no dejar espacios abiertos aumenta tanto su persistencia como su producción (Zanoniani, 2012)

Cabe destacar que a nivel práctico el porcentaje de malezas es muy bajo no llegando ni siquiera al 5% en la mayoría de los tratamientos, por lo tanto el enmalezamiento no significa un problema en lo que refiere a la producción o sustentabilidad de ambas mezclas forrajeras por lo menos para el período invierno primaveral evaluado.

Por último en lo que respecta a los restos secos no hay diferencias significativas entre los tratamientos como se puede observar en el cuadro No.15, al igual que en la estación de invierno, que dado a las frecuencias de pastoreo se impide una alta acumulación de restos secos. Sin embargo si

comparamos ambas estaciones se puede observar una mayor proporción de restos secos durante la primavera, lo cual se debe a las mayores tasas de crecimiento dadas durante la primavera con lo cual a su vez aumenta la tasa de senescencia y por lo tanto la cantidad de restos secos.

#### 4.2.5 Forraje desaparecido promedio

Como se puede observar en el cuadro No.19 existe diferencia significativa para el *dactylis* tarde con respecto a los demás tratamientos. Esta mayor cantidad de forraje desaparecido se explica principalmente por la mayor cantidad de forraje disponible (ver cuadro No.3) como también por la elevada proporción de alfalfa que presenta hábito de crecimiento erecto que permiten tener mayor kg MS al alcance del diente del animal, pudiendo estos consumir mayor cantidad de forraje. Así lo afirma García (1995) donde uno de los factores que afecta al consumo es la estructura, que a su vez es afectada por los tipos y proporción de especies que se encuentran en el tapiz, manejo del pastoreo, edad de la pastura, estación del año y condiciones de fertilidad.

Cuadro No. 19. Forraje desaparecido promedio según tratamiento

Tratamiento	Medias
Dactylis temprano	1011,5 A
Festuca temprano	1175,6 A
Festuca tarde	1192,6 A
Dactylis <i>tarde</i>	1583,5 B

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

Para la mezcla *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, este último presenta un hábito de crecimiento postrado produciendo una cantidad significativa de MS fuera del alcance animal reflejándose esto en una mayor cantidad de remanente, como se puede observar en la figura No.5, como también en una menor cantidad de desaparecido.

Por otro lado 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).

Laca et al., citados por Chilibroste (2002), determinan que la altura y densidad del forraje son los factores más importantes en la definición de la profundidad y área de bocado y como consecuencia en el peso de bocado. A medida que aumenta la altura del forraje, el peso de bocado crece en forma lineal.

Para el caso del tratamiento dactylis temprano se observa un menor forraje desaparecido como también un mayor remanente en comparación al dactylis tarde. Como ya fue comentado anteriormente una mayor relación vaina/lámina por parte del dactylis y tallos más lignificados de la alfalfa limitan el consumo animal y de esta manera se observa una mayor cantidad de forraje remanente y también un menor % de utilización como se puede observar en el cuadro No.12.

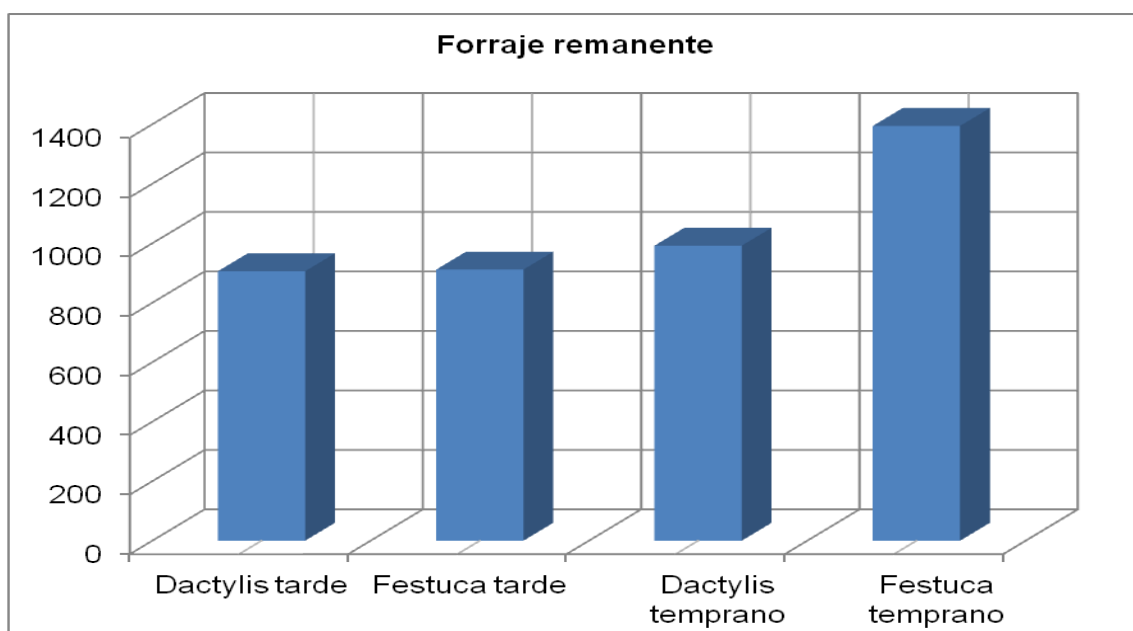


Figura No.5. Remanente según tratamiento  
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p \leq 0,10$ ).

#### 4.2.6 Producción de materia seca

##### 4.2.6.1 Tasa de crecimiento

Como se puede observar en el cuadro No.20 no se registraron diferencias significativas entre tratamientos para la variable tasa de crecimiento durante el período experimental. Sin embargo existe una tendencia ( $p \leq 0,2$ )

donde la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* presentan mayor tasa de crecimiento que la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* tal como se observa en el cuadro No.21.

Cuadro No. 20. Tasa de crecimiento según tratamiento durante el período experimental

Tratamiento	Medias
Festuca tarde	30,3
Festuca temprano	37,9
Dactylis temprano	41,0
Dactylis tarde	46,7

Esto se explica a que la mezcla de *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* presentan mayor producción primaveral en comparación con la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Las condiciones climáticas favorables en cuanto a precipitaciones que se observaron en los meses de setiembre, octubre y noviembre, como también las temperaturas propicias registradas en igual periodo fueron mejor aprovechadas por las mencionadas especies de buen comportamiento primaveral.

Cuadro No. 21. Tasa de crecimiento según mezcla

Mezcla	Medias
Dactylis	43,8
Festuca	34,1

En la figura No.6 se observa la evolución de la tasa de crecimiento expresada en kg/ha/día MS de todos los tratamientos y para los tres períodos de pastoreo, en función de la temperatura media diaria en los tres períodos mencionados.

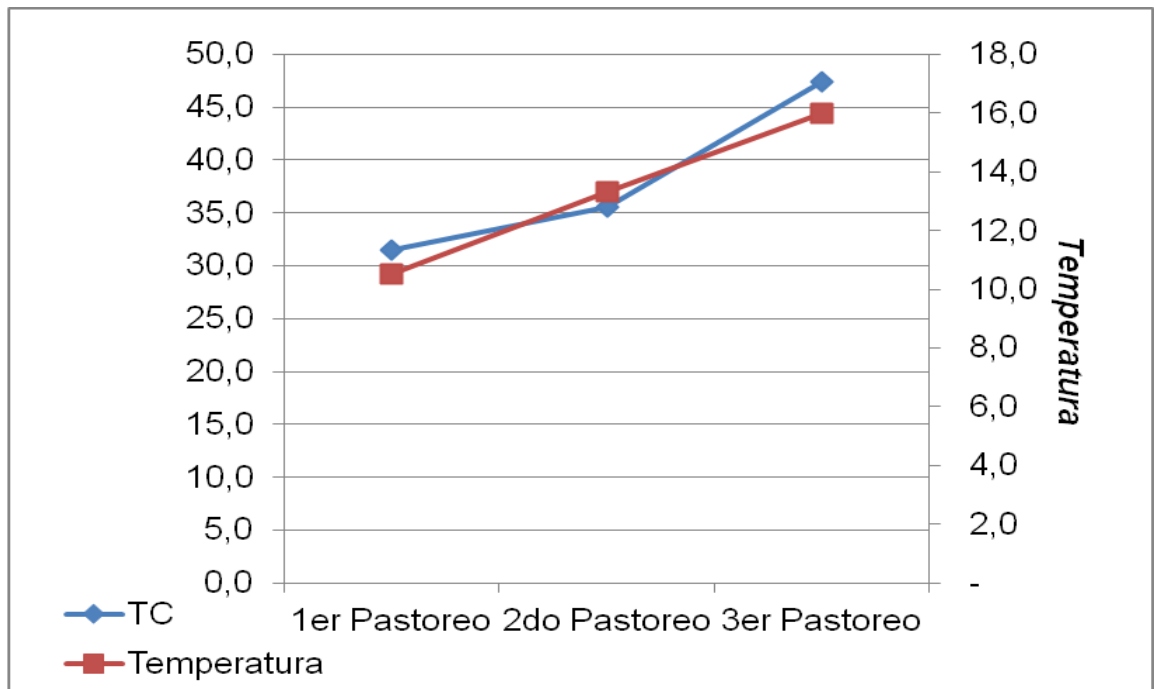


Figura No. 6. Evolución de la tasa de crecimiento de las pasturas y la temperatura promedio durante el experimento.

A partir del análisis de dicha figura podemos concluir que la tasa de crecimiento se comporta de forma muy similar a la temperatura, donde se observa que a medida que aumenta la temperatura hacia la estación estival aumenta la tasa de crecimiento de las pasturas. En lo que refiere a la tasa de crecimiento del cultivo (TCC), Watson, citado por Carámbula (1977) sostiene que la misma depende del área foliar, y que cada cultivo tiene un cierto IAF para la máxima TCC. Una vez alcanzado el IAF crítico, la pastura crece a su máxima tasa. De esta manera el indicador más preciso de la productividad de la pastura, como también del comportamiento ingestivo de los animales bajo pastoreo, es el índice de área foliar promedio (Holmes, citado por Acle et al., 2004). Las características morfogénicas siendo estas la tasa de aparición foliar, tasa de elongación foliar y vida media foliar determinan el índice de área foliar y con ello la capacidad de capturar energía lumínica para la fotosíntesis y abastecer de energía para las funciones de crecimiento.

Existen factores ambientales que afectan los procesos morfogénicos y por tanto el crecimiento y el desarrollo de las plantas, que están controlados por las condiciones ambientales. Estos factores se pueden clasificar en no controlables y controlables. Siendo para el primer caso temperatura y humedad y para el segundo, agua, nitrógeno y calidad de la luz (Azanza et al., 2004).

La temperatura y la radiación son los principales factores ambientales no controlables que definen el crecimiento estacional de una pastura, pudiendo considerarse a la primera como determinante de la tasa de crecimiento de la biomasa aérea (Guillet et al., citados por Azanza et al., 2004). La temperatura actúa principalmente sobre la tasa de aparición foliar, la tasa de elongación foliar y senescencia foliar (Chapman y Lemaire, 1993), lo que determinará el IAF y por lo tanto el crecimiento de la pastura.

#### 4.2.6.2 Producción de forraje

A continuación en el siguiente cuadro se presenta la producción de forraje para los tratamientos del experimento.

Cuadro No. 22. Producción de forraje (kg/ha MS)

Tratamiento	Producción de forraje (kg/ha MS)
Festuca tarde	4622,3
Festuca temprano	6285,9
Dactylis temprano	6441,3
Dactylis tarde	7502,6

Como se puede observar en el cuadro No.22 no existe diferencia significativa entre los tratamientos en producción de forraje. Lo que se puede observar es una tendencia con probabilidad menor a 0,2 donde la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* muestra una superioridad de producción de forraje (ver cuadro anexo No.10). Esta tendencia se explica principalmente en la primavera donde dicha mezcla tiene una mayor producción que la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

Esto se debe en parte a que el *Dactylis glomerata* tiene un ciclo de producción invierno-primaveral con una mayor producción respecto a la *Festuca arundinacea* durante la primavera. Según García (1995) al comparar *Dactylis glomerata* cv. Oberón y *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé puros y en mezclas con trébol blanco y lotus, las mismas presentan en general una distribución estacional similar, y en términos de producción existen diferencias a favor de la mezcla con dactylis, en invierno, primavera y verano.

Lo mismo ocurre si comparamos el componente leguminosa de ambas mezclas, donde *Medicago sativa* tiene una mayor producción con respecto al *Trifolium repens* y el *Lotus corniculatus* durante la estación primaveral, coincidente con lo mencionado por Carámbula (1977), García (1995), Rebuffo (2005). De esta manera la alfalfa, de ciclo productivo estival, complementa e incrementa el aporte para esta mezcla durante el periodo experimental.

Los datos obtenidos por López et al. (2012) difieren con los del presente trabajo, siendo los primeros significativamente menores. Esto se explica a que nuestra pradera es de segundo año, año en el cual se maximiza la producción de forraje.

Así lo afirma Díaz et al. (1996), en trabajos realizados en La Estanzuela donde el trébol blanco, lotus y alfalfa, sembradas puras registraron sus máximas producciones en su segundo año de vida, destacándose el trébol blanco en los meses de primavera por tener las mayores tasas de crecimiento luego de los meses invernales.

Siguiendo esta línea de análisis y comparando los resultados obtenidos en nuestro trabajo con respecto a los obtenidos por Bianchi et al. (2011) observaron una mayor producción de MS para ambas mezclas. Esto se debe a que el periodo experimental de estos últimos abarca las estaciones estivo-otoñal presentando esta última precipitaciones superiores al promedio histórico lo cual significó condiciones ambientales más propicias para la producción de forraje durante el ensayo realizado por Bianchi et al. (2011).

En lo que respecta a la alfalfa es una especie de leguminosa perenne estival con alto potencial de producción primavera-estival independientemente del grado de latencia del cultivar, siendo esta característica determinante de la producción otoño-invernal (Rebuffo, 2000). El cultivar utilizado presenta latencia intermedia por lo que la producción invernal cae significativamente, produciendo aproximadamente un 16-20% de la producción total.

Algo similar ocurre con el *Lotus corniculatus* componente de la restante mezcla, el cual es una especie perenne estival con un aporte de forraje primavera-estivo-otoñal, con posibilidad de producir a fines de invierno en cultivos tempranos, pero su producción cae significativamente en dicha estación.



### 4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

En la siguiente sección se describe la producción animal que se obtuvo en el periodo experimental, evaluados según la mezcla, a través de la ganancia diaria y la producción por hectárea en kg/ha de PV.

#### 4.3.1 Ganancia media diaria por animal

En el siguiente cuadro se observan las ganancias medias diarias por animal registradas durante el período experimental para las dos mezclas evaluadas.

Cuadro No. 23. Ganancia media diaria por animal

Tratamiento	Medias
Festuca	0,69 A
Dactylis	0,97 B

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

Estadísticamente se observa que la mezcla de dactylis y alfalfa es significativamente superior a la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus. Desde el punto de vista agronómico puede apreciarse en el cuadro que existe una superioridad significativa en cuanto a las ganancias diarias de peso a favor de la mezcla dactylis y alfalfa.

Según Waldo (1986), cuando se pretende maximizar la producción vacuna en los sistemas pastoriles, el consumo de pastura es sin duda el componente principal a tener en cuenta. La productividad de un animal dada cierta dieta, depende en más de un 70% de la cantidad de alimento que pueda consumir y en menor proporción con la eficiencia con que la digiera y metabolice los nutrientes consumidos. Existen muchos factores que determinan el consumo y que en definitiva están determinando el desempeño animal. Según Poppi et al. (1987), Hodgson (1990), el consumo animal no puede estudiarse sólo desde el punto de vista nutricional, necesitando una aproximación multifactorial dada la importante interdependencia de un gran número de variables envueltas en la interfase planta-animal.

Por lo tanto estos resultados pueden explicarse por aspectos relacionados con el animal, la pastura, el manejo y el ambiente (Cangiano et al., 1996). Dado el objetivo de evaluar las mezclas que se propone este trabajo sólo se destacarán aquellos factores relacionados a las pasturas que influyen en el

consumo y en el desempeño animal. Entre ellos, la cantidad de forraje, la digestibilidad, las especies que componen y predominan en la mezcla, la composición química y la madurez son los destacados por Cangiano (1997).

En referencia a la disponibilidad de forraje, según Hodgson (1990), Montossi et al. (1996), la disponibilidad de forraje presenta un efecto directo en el consumo, a medida que aumenta la disponibilidad disminuye la tasa de bocado, pero se obtiene un mayor peso de bocado, lo que permite un mayor consumo. Los resultados obtenidos demuestran que la mezcla festuca temprana y dactylis temprana y tarde son significativamente superiores en cuanto a disponibilidad, por lo que las ganancias diarias deberían así comportarse. De hecho no lo hacen, dactylis tanto temprano como tarde presentan mayores ganancias medias diarias, pudiendo ser otros los motivos que determinan este comportamiento, como por ejemplo las especies que componen cada mezcla, sin desmerecer que la disponibilidad de forraje tiene gran importancia en el consumo tal como lo manifiestan los autores citados. Cabe mencionar que no hay diferencias en la disponibilidad de forraje kg/ha MS según mezcla como se observa en el cuadro No.1.

En tal sentido cuando analizamos la proporción de leguminosas de las mezclas, la de dactylis es estadísticamente superior a las mezclas de festuca (ver cuadro anexo No.13). Además del aporte de nitrógeno que hacen las leguminosas a las gramíneas a través de una simbiosis con hongos del género *Rizhobium*, estas realizan un aporte importante en cuanto al valor nutritivo de la pastura, que puede influenciar en la productividad de la pastura y como consecuencia en el consumo y desempeño de los animales.

Smetham (1981) dice que, en cuanto a la calidad forrajera de las leguminosas, contienen menos fibra que las gramíneas y una mayor relación de carbohidratos solubles e insolubles, 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. A su vez, Carámbula (2010) afirma 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. Por lo tanto, la elevada proporción de alfalfa en esta mezcla puede ser el motivo que determinó este comportamiento en cuanto a las ganancias diarias observadas en el cuadro No.23. Tal es así que la utilización de esta mezcla fue mayor, pudiendo estipularse que la alfalfa estimuló el consumo que se tradujo en ganancias diarias mayores (ver cuadro No.12).

También puede observarse que el forraje desaparecido fue mayor en la mezcla de dactylis y alfalfa por el mismo motivo.

Con respecto a factores del animal que pueden determinar diferencias en el consumo y en desempeño esperado, se pueden citar, la edad, el peso, el estado de preñez o lactancia, el nivel de producción y la condición corporal según Cangiano (1997). Comparando estos datos a los obtenidos por López et al. (2012) para la misma mezcla, en el mismo periodo y para el primer año, las ganancias diarias fueron de 1,0 kg/a/día y 0,9 kg/a/día para dactylis y festuca respectivamente. Si bien son un poco mayor, esto puede deberse a diferencias en cuanto a los animales como la edad y peso vivo, manejos diferentes como las asignaciones de forraje y el tiempo de pastoreo de cada mezcla, así como condiciones ambientales diferentes. Tanto la edad como en el peso vivo de inicio hay diferencias siendo de 18 a 24 meses de edad y con un peso vivo de 279 kg promedio por animal, lo que supone mayor eficiencia y por tanto mejor desempeño para el trabajo citado.

En cuanto a las asignaciones de forraje, Blaser et al. (1960), Jamieson y Hodgson (1979), Kloster et al. (2003) manifiestan que, a medida que aumenta la oferta de forraje, aumenta el consumo y permite al animal seleccionar el forraje de mayor calidad (mayor digestibilidad y contenido de proteínas). De lo contrario, en la medida que disminuye la oferta de forraje los factores no nutricionales toman más importancia en determinar el consumo deprimiendo el desempeño individual. Esto aquí no ocurre dado que la mezcla con festuca, a pesar de asignar mayor cantidad de forraje obtuvieron menor ganancias diarias, siendo el motivo de esto el componente leguminosa de las mezclas. Las asignaciones de forraje fueron de 4% y 6% para dactylis y festuca, traduciéndose en ganancias de 0,97 kg/a/día y 0,69 kg/a/día respectivamente.

Siguiendo con la comparación con el trabajo de López et al. (2012) y haciendo referencia a las asignaciones de forraje utilizada por estos, que fueron de 8,9 y 10,6 % para dactylis y festuca respectivamente (1,0 kg/a/día y 0,9 kg/a/día), son claramente mayores a las que se utilizaron en el presente trabajo (4% para dactylis y 6% para festuca), pudiendo ser este, otro motivo por el cual las ganancias son un poco mayor a pesar de ser una mezcla de primer año.

Cabe mencionar que según Carámbula (1991), es en el segundo año donde se expresa la mayor producción y calidad de este tipo de pasturas, explicado además por una buena participación de las leguminosas. La participación de las leguminosas se hizo sentir dado que a pesar de la asignación de forraje fuese menor en este segundo año, la alfalfa en la mezcla con dactylis fue significativa, siendo porcentualmente muy superior la

proporción de leguminosas en esta mezcla y responsable del comportamiento animal en cuanto a ganancias diarias. Cangiano (1997), sostiene que con leguminosas el animal alcanza su máximo consumo a una oferta diaria de forraje menor que con gramíneas, debido a factores nutricionales que afectan la facilidad de cosecha. Es por este motivo que la mezcla dactylis presenta mayor ganancia diaria a pesar de que la asignación de forraje es menor.

Comparando con los datos del trabajo de Bianchi et al. (2011), realizado en el periodo estivo otoñal, se obtuvieron ganancias diarias de 1,2 kg y 0,8 kg para dactylis y festuca respectivamente utilizando asignaciones de forraje menores (4,5% y 2,5% para dactylis y festuca), mientras que en el presente trabajo, con asignaciones un poco mayores en la mezcla dactylis y alfalfa se determinaron ganancias diarias significativamente mayores y en la mezcla festuca, trébol blanco y lotus, con asignaciones significativamente menores determinaron ganancias diarias un poco mayores, comportamiento opuesto a las afirmaciones realizadas por Blaser et al.(1960), Jamieson y Hodgson (1979), Kloster et al.(2003)

Al igual que en el trabajo de Arenares et al. (2011), las ganancias medias diarias observadas durante el periodo invernal no tuvieron diferencias estadísticas entre las mezclas, cosa que sí ocurre llegada la primavera tal como se observa en el siguiente cuadro. Para este trabajo citado las ganancias durante el invierno fueron de 0,6 kg/a/día y 0,7 kg/a/día (sin diferencias significativas en tres las mezclas y mayores a las de este trabajo), mientras que en la primavera las mismas fueron de 1,2 kg/a/día y 1,4 kg/a/día para dactylis y alfalfa, y festuca, trébol blanco y lotus respectivamente, existiendo diferencias entre las mezclas. Cabe mencionar que estas ganancias se obtuvieron con asignaciones de forraje promedio para el periodo experimental de 5,5 % y 6,8 % para las mezclas con dactylis y festuca respectivamente. Como se puede observar la mezcla que proporciona mayores ganancias diarias fue la de festuca, a diferencia con este trabajo que fue la de dactylis, pero el motivo fue el mismo, la proporción de leguminosas en particular el trébol blanco es la especie responsable de este comportamiento.

Cuadro No. 24. Ganancias medias diarias durante el invierno, primavera temprana y primavera tardía según mezcla, en kg/a/día.

	Invierno	Primavera temprana	Primavera tardía
Festuca	0,4 A	1,3 A	0,6 A
Dactylis	0,7 A	1,7 B	0,8 A

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

Claramente es en la primavera temprana donde se observan diferencias significativas en las ganancias diarias según las mezclas. Durante la primavera temprana (periodo comprendido desde 14/8 al 01/10) se observan no sólo diferencias significativas en cuanto a las ganancias diarias sino que son mayores a las obtenidas durante el periodo invernal (periodo comprendido desde el 11/6 al 14/8). Cabe mencionar que si bien no existen diferencias significativas durante el periodo invernal existe una tendencia a favor de la mezcla de dactylis y alfalfa.

Estos resultados parecen lógicos dado que en el periodo invernal la disponibilidad de las pasturas no es tal por el hecho de que las condiciones de temperatura y radiación son limitantes del crecimiento de las pasturas. En cambio durante la primavera las condiciones son más favorables y la disponibilidad aumenta. Así lo expresa Guillet et al., citados por Azanza et al. (2004), donde la temperatura y la radiación son los principales factores ambientales no controlables que definen el crecimiento estacional de una pastura, pudiendo considerarse a la primera como determinante de la tasa de crecimiento de la biomasa aérea. Esto favorece principalmente a la mezcla de dactylis y alfalfa donde esta última de ciclo productivo estival tiene elevada producción durante este período primaveral. Cabe mencionar también que las temperaturas no sólo afectan el comportamiento de las pasturas sino que también afectan el desempeño animal dado que en algunas condiciones puede generarse estrés. Haciendo referencia a esto, Cannon, citado por Saravia (2009), manifiesta que el bovino es homeotermo, es decir dentro de un rango de temperaturas no extremas, tiene la capacidad de controlar la temperatura de su cuerpo en un medio donde la temperatura es variante. Más hacia la estación de verano sufre una doble restricción según lo expuesto por Simeone et al. (2010), 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.

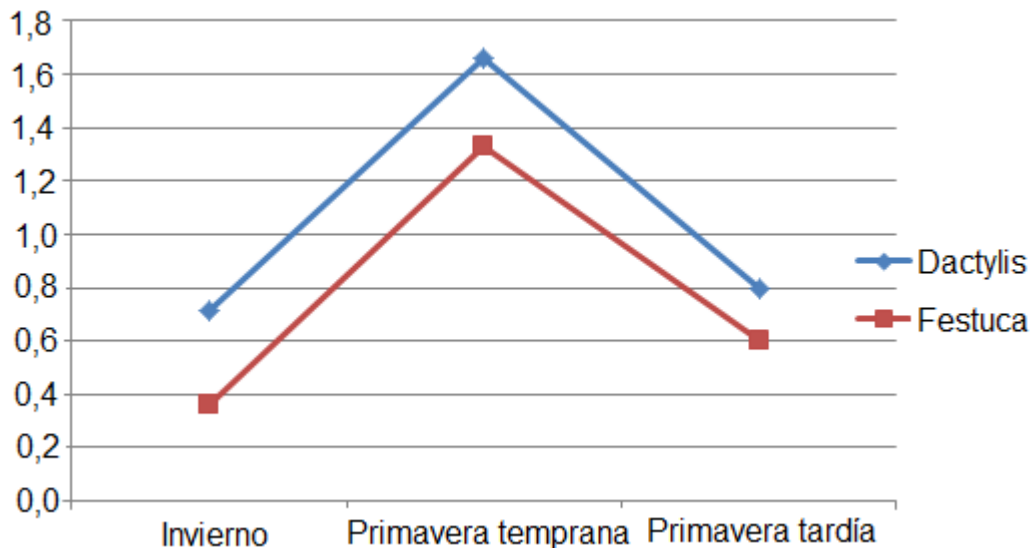


Figura No. 7. Evolución de la ganancia media diaria en tres momentos durante el período experimental

Lo que se observa claramente durante todo el periodo, es la superioridad en valores absolutos de la mezcla de dactylis y alfalfa lo que al final del periodo experimental se ve reflejada en las ganancias por animal. Tal es así que las mayores ganancias por animal también se obtienen durante la primavera temprana, existiendo aquí diferencia significativa entre las mezclas a favor de la mezcla de dactylis y alfalfa, como se observa en el siguiente cuadro.

Cuadro No. 25. Ganancias por animal según tratamiento durante el período experimental, en kg/animal.

	Invierno	Primavera temprana	Primavera tardía	Total
Dactylis	44,7 A	79,5 A	53,8 A	178 A
Festuca	24 A	64 B	39 A	127 B

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

Claramente las afirmaciones hechas más arriba donde se manifestaban la superioridad de la mezcla dactylis y alfalfa en cuanto a las ganancias diarias se cumplen, observándose que en promedio cada animal gana significativamente más kg que en la mezcla con festuca, trébol blanco y

lotus. Por lo tanto con asignaciones de forraje de 4 % y 6% se obtienen ganancia por animal de 178 y 127 kg/animal para las mezclas de dactylis y alfalfa, y festuca, trébol blanco y lotus de segundo año respectivamente, durante un periodo de pastoreo de 182 días en las estaciones de invierno y primavera.

López et al. (2012), obtuvieron ganancias por animal significativamente menores, 78 y 72 kg/animal para la mezcla de dactylis y festuca respectivamente. Las diferencias con este trabajo pueden ser explicadas por el hecho de que el periodo experimental fue menor, además por ser el primer año debe esperarse a que las pasturas se implanten, por lo que los menores resultados se observaron en las mezclas de fecha de siembra tardía.

Arenares et al. (2011) obtuvo ganancias individuales de 153 y 135 kg/animal para festuca y dactylis respectivamente, confirmando también que las mayores ganancias diarias se traducen en mayores ganancias por animal y como se verá más adelante en mayor productividad, datos más acercados a los obtenidos a este trabajo, con la salvedad que la mezcla con festuca es la que mejores resultados arroja como ya fue mencionado.

#### 4.3.2 Producción animal por hectárea

A continuación se describen los pesos iniciales y finales promedios de los tratamientos, donde se observa que el tratamiento con dactylis es aquel en el cual se obtiene mayor producción en kg/ha de peso vivo.

Es importante que las buenas ganancias diarias por animal se reflejen en aumentos en la producción de carne por hectárea, dado que de nada serviría aumentos significativos en las ganancias si estamos deprimiendo la productividad por hectárea. Por lo tanto la capacidad de carga de las mezclas también tiene una significancia importante.

Cuadro No. 26. Producción de carne por hectárea según mezcla durante el período experimental

Tratamiento	Peso inicial	Peso final	Diferencia	Kg/ha PV
Dactylis	312	490	178 A	573 A
Festuca	194	321	127 B	423 B

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

Como se mencionó más arriba y como se observa en el cuadro No.26 las ganancias por animal promedio se traducen en una productividad mayor, tal es así que el dactylis presenta una superioridad significativa en la productividad por hectárea a una asignación de forraje constante durante todo el periodo y menor que en la otra mezcla.

Además del factor pastura que determina el consumo y por lo tanto el desempeño animal individual, existen otros que determinan la productividad por hectárea, tal es el caso de la carga animal manejada.

Según Mott (1960), la intensidad de pastoreo está directamente relacionada con la ganancia de peso vivo por animal y la producción por hectárea. Siempre que la producción individual no descienda por debajo de un nivel razonable, un aumento en la dotación produce un aumento en la producción de carne por hectárea, debido a que los rumiantes utilizan en forma más eficientes la materia seca disponible si el consumo es algo restringido (Hutton, citado por Smethan, 1981).

Este factor carga puede ser el responsable de las diferencias observadas entre las mezclas para la variable producción en kg/ha de peso vivo. Para el caso de dactylis y alfalfa la carga promedio durante el periodo experimental fue de 3,7 UG/ha mientras que para la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus es de 2 UG/ha. Muchas veces aumentos en la dotación puede generar mermas en las ganancias diarias, cosa que no ocurrió en la mezcla con dactylis donde las ganancias diarias fueron significativamente superiores a la mezcla de festuca a pesar de tener mayor carga.

Cuando se combinan ganancias diarias razonables con dotaciones determinadas, que no deprimen el desempeño individual de tal forma que no se compensen las disminuciones de las ganancias diarias, es cuando se obtienen los mejores resultados en la productividad por hectárea de los sistemas pastoriles.

Estos resultados pueden ser explicados además, por el hecho de que la mezcla dactylis y alfalfa presentan gran proporción de leguminosas con un buen aporte al valor nutritivo de la pastura, estimulando un mayor consumo y ganancias diarias significativamente mayores a la mezcla festuca, trébol blanco y lotus.



Otro de los motivos posibles es el rápido endurecimiento que presenta la festuca en estadios avanzados y cuando la dotación es baja. Esto puede ser relevante dado que la proporción de esta especie en la mezcla es importante y existe tendencia ( $p \leq 0,2$ ) a que se mayor en la festuca, trébol blanco y lotus (ver cuadro en anexo). Generando pérdidas de calidad y aumentos significativos en el rechazo por parte de los animales, traduciéndose en descensos en las ganancias diarias y en la productividad por hectárea, principalmente en la primavera tardía, donde las ganancias diarias, por animal y por tanto la producción en peso vivo por hectárea son menores en términos absolutos. En este sentido Carámbula (2007a) hace referencia a que la festuca es una planta esencialmente de pastoreo que debe ser manejada de tal manera que no crezca mucho ni que se endurezca, ya que si pierde terneza, pierde digestibilidad y apetecibilidad y por tanto el animal la rechaza. En este sentido la festuca exige un manejo estricto de lo contrario se transforma en un forraje tosco y despreciable.

Con estos resultados se puede calcular la eficiencia de producción obtenida en estas mezclas, donde lo que se expresa es la cantidad de forraje en kg de MS necesarios para producir un kg de peso vivo animal. En tal sentido lo obtenido es que la mezcla de dactylis y alfalfa es más eficiente que la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, necesitando 12 kg MS/kg de carne frente a los 13 kg MS/kg de carne requeridos por la mezcla de festuca.

Por lo tanto, se puede afirmar que la mezcla de dactylis y alfalfa es más eficiente y más productiva que la mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, ya que con asignaciones de forraje menor, sembradas en la misma época, con las mismas condiciones, ésta fue capaz de expresar mayor producción de PV por hectárea, condiciones similares al trabajo de López et al. (2012).

En comparación con los datos de López et al. (2012), los resultados son similares donde se expone que la mezcla dactylis genera una producción en kg de peso vivo por hectárea significativamente mayor que la mezcla con festuca. En el trabajo mencionado se obtiene una producción de 528 y 447 kg/ha promedio de ambas fechas de siembra para dactylis y alfalfa, y festuca, trébol blanco y lotus respectivamente con una carga promedio de 2,64 UG/ha.

Bianchi et al. (2011) también reportaron diferencias significativas en la variable producción de carne según tratamiento observando que la mezcla de dactylis y alfalfa es superior a festuca, trébol blanco y lotus, 275 kg/ha y 175 kg/ha respectivamente, siendo inferiores a la productividad de este trabajo. Cabe mencionar que el periodo de evaluación de esta cita es diferente, en el período estivo otoñal donde la calidad del forraje, y el estrés calórico puede

generar limitaciones en el consumo, tal como lo manifiesta Simeone (2010), donde 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.

Arenares et al. (2011), obtuvieron en pradera de segundo año 547 kg/ha para la mezcla de dactylis y alfalfa, y 598 kg/ha en promedio para tres mezclas que estaban compuestas de festuca, trébol blanco y lotus, *Paspalum dilatatum* y *Paspalum notatum*, utilizando asignaciones de forraje de 5,5 y 6,8% respectivamente.

Fariña et al. (2010), obtuvieron para la mezcla compuesta por *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* 545 kg/ha, mientras que para *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* fue de 590 kg/ha de carne, siendo ésta última significativamente mayor. Estos resultados se obtuvieron en praderas de primer año, manejando asignaciones de forraje de 5% y 6,8% para el primer y segundo pastoreo respectivamente y una carga promedio para el periodo experimental de 5,7 UG/ha.

## 5. CONCLUSIONES

A modo de conclusión, se puede decir que no existen diferencias significativas entre las mezclas en lo que respecta a la producción de forraje, sin embargo si se observaron tendencias, con probabilidad menor a 0,2, a favor de la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, criterio por el cual nos permite elegir dicha mezcla dada la superioridad observada para las distintas variables analizadas.

De esta manera la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* fue la que mostró mayor producción de forraje, debido a mejores tasa de crecimiento y disponibilidad forraje con respecto a la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

La composición botánica fue influenciada por el efecto de la mezcla, destacando una superioridad de la fracción gramínea en la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y de las leguminosas en la mezcla restante. La contribución de las leguminosas a la materia seca ofrecida durante el período experimental, es determinante en la diferencia de calidad de la dieta, lo que incide directamente sobre forraje desaparecido. Para dicha variable se observa una superioridad de la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, debido a la alta proporción del componente leguminosa de alto valor nutritivo y palatabilidad.

En lo que respecta al efecto de las fechas de siembra se encontró diferencias significativas en pocas variables analizadas como por ejemplo forraje remanente donde las fechas tempranas marcaron cierta superioridad. Sin embargo dado que en muy pocas variables se ha encontrado diferencias significativas concluimos que el efecto de dicho factor disminuye a medida que envejece la pastura.

En cuanto a la producción animal la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* mostró mayores ganancias diarias y mayor producción de carne por hectárea que la mezcla *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Esto se debió a una elevada proporción de *Medicago sativa* que estimuló el consumo animal.

De esta manera la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* dado lo mencionado anteriormente fue la de mejor desempeño tanto en la producción de forraje como también de carne, siendo recomendada su utilización. Esto se explica principalmente por el componente alfalfa el cual su desempeño productivo es netamente superior a las restantes especies analizadas.

## 6. RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo fue evaluar el efecto de la fecha de siembra y el tipo de mezcla forrajera durante el periodo invierno-primaveral sobre la producción de materia seca, composición botánica y la cantidad de producto animal obtenido. Las mezclas forrajeras evaluadas son: *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo y *Medicago sativa* cv. Chaná y *Festuca arundinacea* cv. INTA Brava, *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. Las mismas se sembraron en dos fechas de siembra, 17 de mayo y 14 de junio de 2011 de modo de obtener información acerca de cómo se comporta esta variable. 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. El periodo experimental transcurrió entre las fechas 11 de junio al 17 de noviembre 2012. Dicho trabajo se realizó sobre una pradera de segundo año compuesta por dos mezclas forrajeras con distintos momentos de siembra. El diseño experimental es el de bloques completos al azar, los tratamientos fueron dispuestos en un arreglo factorial dos por dos, en dos bloques donde en cada uno de ellos aparecen todos los tratamientos asignados aleatoriamente. El área experimental abarcó 3,68 ha la cual fue dividida en 8 parcelas de 0,46ha. El manejo del pastoreo se hizo de forma rotativa midiéndose forraje disponible y forraje remanente al inicio y al finalizar cada pastoreo, analizándose también la composición botánica de cada tratamiento. Los resultados demuestran que existe una tendencia con probabilidad menor a 0,2 donde la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* muestra una superioridad de producción de forraje frente a la mezcla de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. En esta última se aprecia además una tendencia con probabilidad menor a 0,2 presentando mayor forraje remanente siendo este 1152,9 kg/ha MS, frente a 948,8 kg/ha MS de la restante mezcla. Con igual tendencia se observa un mayor porcentaje de utilización para la mezcla *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* lo cual se encuentra relacionado a la composición botánica de cada mezcla, dado el dominio del componente leguminosa que ha caracterizado cada una de ellas. Con referencia a la producción de carne los resultados fueron los esperados para la época, categorías, y oferta de forraje manejada. Las ganancias por animal promedio se traducen en una productividad mayor, tal es así que la mezcla con *dactylis* presenta una superioridad significativa en la productividad por hectárea a una asignación de forraje constante durante todo el periodo y menor que la mezcla restante.

Palabras clave: Fecha de siembra; Mezclas; Producción de forraje; Producción de carne.

## 7. SUMMARY

The main goal of this work was to evaluate the effect of the sowing date and the type of forage mixture on the production of dry matter, botanical composition and the quantity of animal products obtained. The forage mixtures evaluated are: *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo and *Medicago sativa* cv. Chaná and *Festuca arundinacea* cv. INTA Brava, *Trifolium repens* cv. Zapican and *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. They were sowed on two sowing dates: May 17th and June 14th 2011 to compare the behavior of this variable. The study took place on the experimental station "Dr. Mario A. Cassinoni" (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay) located on national route number 3, km 363, latitude 32°22'28,41" South, longitude 58°03'35,59" West. According to the soil survey cartography of Uruguay (scale 1:1.000.000) the experimental area presents as primary soil on Argidules typical, associated to Natrudoles and Solodized Solonetz melanistic. The study period went from June 11th 2012 to November 17th 2012 and the work was done on a prairie sophomore composed of two forage mixture over two different stubbles on two sowing periods. The experiment was designed as complete random blocks. The treatments were arranged on a two by two factorial array, in two blocks each having all the treatments assigned randomly. The experimental area covered 3.68 ha divided in eight 0,46 ha plots. A rotating grazing method was used measuring the available and remainder forage at the beginning and end of each grazing period, and also analyzing the botanic composition of each treatment. The results show that a tendency exist with probability less than 0,2, where the mixture *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa* shows greater forage productivity than the mixture *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Lotus corniculatus*. The last one shows a tendency with probability less than 0,2, with greater remaining forage of 1152,9 kg MS/ha, compared to the 948,8 kg MS/ha shown by the former mixture. Having the same tendency the mixture *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa* shows a greater utilization percentage, which is related to the botanical composition of each mixture, given the predominance of legume component of each mixture. It is worth noting that for both the remaining forage and the utilization percentage meaningful differences were found regarding the sowing date, so we can state that there is a relation between them and the analyzed variables. Regarding the meat production, the results were the expected for the season, categories and forage analyzed. The average increase per animal mean a greater productivity, as such the *dactylis* presents greater productivity per hectare with constant forage during the whole period and less than the remaining mixture.

Keywords: Sowing date; Mixture; Forrage production; Meat production.



## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ABUD, M.; GAUDENTI, C.; ORTICOCHEA, V.; PUIG, V. 2011. Evaluación estivo-otoñal de mezcla forrajera. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 106 p.
2. ACLE, J.; CLEMENT, M. 2004. Características de la implantación y vigor de gramíneas y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.
3. AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; MAZZANTI, A.; LAVREVEUX, M. 1998 Fundamentos para el manejo de pastizales y pasturas cultivadas de la pampa húmeda bonaerense. INTA Balcarce. Boletín Técnico no.147. 16 p.
4. \_\_\_\_\_; LEMAIRE, G. 2000. Leaf tissue turnover and efficiency herbage utilization. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; de Moraes, A.; Carvalho, F.; Nabinger, C. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Oxon, CAB International. cap. 14, pp. 265-287.
5. AGUSTONI, F.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 80 p.
6. ALTIER, N. 1997. Enfermedades del Lotus en Uruguay. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 93).
7. ARENARES, G.; QUINTANA, C.; RIVERO, J. 2011. Efecto de tipo de mezcla forrajera sobre la productividad del segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 89 p.
8. AZANZA, A.; PANISSA, R.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 79 p.
9. BALL, D.M.; HOVELAND, C.S.; LACEFIELD, G.D. 1991. Southern forages. Atlanta, Georgia, USA, Williams Printing Company. 256 p.

10. BARNES, D. K.; SCHEAFFER, C. C. 1995. Alfalfa. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C. J. eds. Forages; an introduction to grassland agriculture. 5th. ed. Ames, IA, Iowa State University Press. v.1, cap.16. pp. 206-211.
11. BEGUET, H. A.; BAVERA, G. A. 2001. Relación suelo – planta - animal. In: Curso de Producción Bovina de Carne (2001, Río Cuarto). Textos. Río Cuarto, Universidad Nacional de Río Cuarto. Facultad de Agronomía y Veterinaria. s.p.
12. BERETTA, V.; SIMEONE, A.; BENTANCUR, O.; INVERNIZZI, G.; PUIG, C.; VIROGA, S. 2007. Efecto de la asignación de forraje y el tiempo de ocupación de la parcela sobre la performance de terneros Hereford pastoreando praderas permanentes en invierno. (en línea). In: Reunión de ALPA (20ª., 2007, Cusco). Trabajos presentados. Cusco, ALPA. pp. 1-4. Consultado 20 nov. 2012. Disponible en <http://www.produccionbovina.com/produccionymanejopasturas/pastoreo%20sistemas/90-Berettaocupacion.pdf>
13. BIANCHI, S.; DÍAZ, A.; MUSACCO, M. 2011. Evaluación estivo-otoñal de cuatro mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 102 p.
14. BIGNOLI, D.; MARISCO, O. 2005. Pasturas; implantación, manejo y control de malezas. Buenos Aires, Argentina, Orientación Gráfica. 160 p.
15. BLASER, R. E.; HAMMES, R. C.; BRYANT, H. T.; HARDISON, W. A.; FONTENET, J. P.; ENGEL, R. W. 1960. The effect of selective grazing on animal output. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Reading). Proceedings. Reading, University of Reading. pp. 601 – 606.
16. BRANCATO, A.; PANISSA, R. J.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
17. BRITO DEL PINO, G.; COLELLA, A.; CROSTA, D.; MORALES, C.J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en Basamento Cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 125 p.



18. CAMPBELL, M.; SWAIN, M. 1973. Factors causing losses during the establishment on surface-sown pastures. *Journal of Range Management*. 26(5):355-359.
19. CANGIANO, C.; ESCUDER, C.; GALLI, J.; GÓMEZ, P.; ROSSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s.p
20. \_\_\_\_\_. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, INTA. 145 p.
21. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 463 p.
22. \_\_\_\_\_. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 36 p. (Serie Técnica no. 19)
23. \_\_\_\_\_.; TERRA, J. A. 2000. Las sequías; antes, durante y después. Montevideo, Uruguay, INIA. 133 p. (Boletín de Divulgación no. 74).
24. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
25. \_\_\_\_\_. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
26. \_\_\_\_\_. 2007a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
27. \_\_\_\_\_. 2007b. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
28. \_\_\_\_\_. 2008a. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
29. \_\_\_\_\_. 2008b. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
30. \_\_\_\_\_. 2010. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forrajes. Montevideo, Uruguay. Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.

31. 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.
32. CHAPMAN, D. F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In International Grassland Congress (17th., 1993, Palmerston North, New Zealand). Proceedings. Palmerston North, New Zealand Grassland Association. pp . 95-104
33. CHILIBROSTE, P. 2002. Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño –invernal. In: Jornadas de Buiatría (30as., 2002, Paysandú). Memorias. Paysandú, CMVP. pp. 90-96.
34. \_\_\_\_\_.; SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.
35. CLARKE, E.A. 1983. Manejo de pasturas. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 10 jul. 2012. Disponible en <http://www.produccionanimal.com.ar/produccionymanejopasturas/pastoreo%20sistemas/03-manejodepasturas.htm>
36. COLABELLI, M.; AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; LABREVEUX, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
37. COOPER, J.P.; TANTON, N.M. 1968. Light and temperature requeriments for the growth of tropical and temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 38: 167 - 176.
38. CORREA URQUIZA, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea).Sitio Argentino de Producción Animal. 228: 53-54. Consultado 7 may. 2013. Disponible en [http://www.produccionanimal.com.ar/produccion\\_y\\_manejo\\_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas\\_forrajeras.htm](http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.htm)
39. CULLEN, B.R.; CHAPMAN, D.F.; QUIGLEY, P.E. 2006. Comparative defoliation tolerance of temperate perennial grasses. *Grass and Forage Science*. 61 (4): 405-412.

40. DE LAS RIVAS, J. 2000. La luz y el aparato fotosintético. In: Azcon-Bieto, J.; Talon, M. eds. Fundamentos de fisiología vegetal. Barcelona, Mc Graw-Hill Interamericana. cap. 9, pp. 131- 153.
41. DEREGBUS, V.A.; SANCHEAZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRILICA, M. J. 1985. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. *Journal of Applied Ecology*. 22: 199-206.
42. DÍAZ, J. E.; GARCÍA, J.A.; REBUFFO, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
43. DONAGHY, D. J.; FULKERSON, W. J. 1998. Priority for allocation of watersoluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*. 53 (3): 211-218.
44. ELGERSMA, A.; NASSIRI, M. 1998. Competition in perennial ryegrasswhite clover mixture under cutting. 2. Leaf characteristics, light interception and dry-matter production during regrowth. *Grass and Forage Science*. 53 (4): 367-379.
45. ESCUDER, C.J. 1997. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. Estación Agropecuaria Experimental Balcarce. pp. 65 – 83.
46. FARIÑA, M. F.; SARAVIDA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
47. FISHER, G. E. J.; MAYNE, C. S.; WRIGHT, I. A. 2000. Grassland management under grazing and animal response. In: Hopkins, A. ed. *Grass; its production and utilization*. Oxford, Blackwell Science. pp. 247-291.
48. FOGLINO, F.; FERNÁNDEZ, J. 2009. Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, *T. Blanco*, *lotus corniculatus* y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.

49. FORMOSO, F.; ALLEGRI, M. 1980. Producción de forraje, semillas y persistencia de cinco cultivares y dos procedencias de trébol blanco (*trifolium repens* L.) en la zona noreste del Uruguay. *Investigaciones Agronómicas*. 1 (1): 3-6.
50. \_\_\_\_\_.; GARCÍA, J.; REBUFFO, M. 1991. Las forrajeras de la Estanzuela. Montevideo, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
51. \_\_\_\_\_. 1993. Lotus corniculatus; performance forrajera y características agronómicas. Montevideo, INIA. 22 p. (Serie Técnica no. 37)
52. \_\_\_\_\_. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. *In*: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
53. \_\_\_\_\_. 2000. Alfalfa en mezclas forrajeras. *In*: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 75-96 (Boletín de Divulgación no. 69).
54. \_\_\_\_\_. 2010. Festuca arundinacea, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
55. FORTES, D.; HERRERA, R. S.; GONZÁLEZ, S. 2004. Estrategias para la resistencia de las plantas a la defoliación. (en línea). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 38(2): 111-119. Consultado 14 nov. 2012 Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=193017901001>
56. FRAME, J. 1996. Forage legumes for temperate grasslands. Plymouth, FAO/Science Publisher. 309 p.
57. FULKERSON, W. J.; SLACK, K. 1995. Leaf number as a criterion for determining defoliation time for *Lolium perenne*; 2. Effect of defoliation frequency and height. *Grass and Forage Science*. 50 (1): 16-20.
58. GARCÍA, J.A. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE OBERON. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no.49)
59. \_\_\_\_\_. 1995b. Estructuras del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).

60. \_\_\_\_\_.; REBUFFO, M. 1997. Importancia del ciclo de las variedades forrajeras en los sistemas intensivos. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no.15).
61. GARCÍA, M.; GONZÁLEZ, O.; QUEHEILLE, F. 2005. Efectos de la fertilización nitrogenada y la intensidad de pastoreo sobre los componentes de la producción de forraje de *Stipa setigera* en campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 141 p.
62. GASTAL, F.; G. LEMAIRE. 1988. Study of tall fescue sward growth under nitrogen deficiency conditions. In: General Meeting of the European Grassland Federation (12th., 1988, Dublin). Proceedings. Dublin, Wicklow. pp. 323-327
63. GIMÉNEZ, A.; RÍOS, A. 1992. Ecofisiología de malezas. Investigaciones Agronómicas 1(2): 157-166.
64. GOMEZ DE FREITAS, S.; KLAASSEN, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial con mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p
65. GRANT, S. A.; BARTHAM, G. I.; TORVELL, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. Grass and Forage Science. 36: 155-168.
66. HARRIS, W.; LAZENBY, A. 1974. Competitive interactions of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25 (2): 227 – 246.
67. \_\_\_\_\_. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. In: Wilson, J. R. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 67-85.
68. HODGSON, J. 1981. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: International Symposium of Nutritional Limits to Animal Production from Pastures (1981, St. Lucia). Proceedings. St. Lucia, J. B. Hacker. pp. 153 – 166.
69. \_\_\_\_\_. 1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.

70. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2012. Catálogo. (en línea).Montevideo. 107 p. Consultado 9 mar. 2012. Disponible en <http://www.inia.org.uy/convenioinaseinia/EvaluacionEF/Ano2012/PubForrajeras2012.pdf>
71. JAMIESON, W. S.; HODGSON, J. 1979. The effect of daily herbage allowance and sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves under strip-grazing management. *Grass and Forage Science*. 34 (4): 261-271.
72. KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; AMIGONE, A.; GHIDA DAZA, C. 2003. Invernada de alta producción sobre pasturas de alfalfa. (en línea). Marcos Juárez, INTA. 4 p. Consultado ago. 2012 Disponible en <http://www.produccionbovina.com/informaciontecnica/invernadaoengordepastoriloacampo/38-altaproduccion.htm>
73. LUCAS, H. L. 1963. Determination of forage yield and quality from animal responses. *Miscelánea USDA*. no. 940: 43-54.
74. LANGER, R. H. M. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
75. LEMAIRE, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing; tissue turnover. *In*: *International Symposium on Animal Production under Grazing* (1st., 1997, Viscosa). *Proceedings*. Viscosa, Universidad Federal de Viscosa. pp. 117-144.
76. LÓPEZ, G.; PASTORINI, J.; VÁZQUEZ, F. 2012. Efecto de la fecha de siembra y mezcla forrajera sobre la producción invierno-primaveral para praderas de primer año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 115 p.
77. MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTEL, F. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass Forage Science*. 49 (2): 111-120
78. MOLITERNO, E. A. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia* (Montevideo). 1(1): 40-52.

79. MONTOSI, F.; RISSO, D.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre utilización de pasturas. In: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 93-105 (Serie Técnica no. 80).
80. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford).Proceedings s.n.t. pp. 606–611
81. MUNRO, J. M.; WALTERS, R. J. 1986. The feeding value of grass. In:Frame, J. ed. Grazing. Great Malvern, UK, British Grassland Society. pp. 65-78 (Occasional Symposium no. 19).
82. 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.
83. NABINGER, C. 1998. Principios de manejo e produtividade de pastagens. In: Gottschall, C.S.; da Silva, J.L.S.; Rodriguez, N. C. eds. Ciclo de palestras em producao e manejo de bovinos de corte. Canoas, ULBRA. pp. 54-107.
84. OLMOS, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco. Montevideo, Uruguay, INIA. 245 p. (Serie Técnica no. 145).
85. 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.
86. PEARCE, R. B.; BROWING, R. H.; BLASER, R. E. 1965. Relationships between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchardgrass. Crop Science. 5: 553-556.
87. PEREIRA, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar? Revista Plan Agropecuario. no.122:37.
88. PEZZANI, F. 2009 Modulo de pasturas; selección de lecturas y prácticos. Montevideo, Facultad de Agronomía. 55 p.

89. POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; L'HUILLIER, P.J. 1987 Intake of pasture by grazing ruminants. *In*: Nicol, A.M. ed. Livestock feeding on pasture. Hamilton, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64 (Occasional publication no. 10).
90. REBUFFO, M. 2000. Adopción de variedades en Uruguay. *In*: Rebuffo, M.;Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo,INIA. pp. 5-13 (Boletín de Divulgación no. 69).
91. \_\_\_\_\_. 2005. Alfalfa; principios y manejo del pastoreo. Programa Nacional de Plantas Forrajeras. (en línea). Revista INIA. no. 5: 1-5 Consultado abr. 2013 Disponible en <http://www.inia.org.uy/produccionanimal>
92. RICHARDS J. H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. *In*: International Grassland Congress (17th., 1993, Palmerston North). Proceedings. Palmerston North, Massey University. pp. 85-94.
93. RÍOS, A. 2007. Manejo de malezas en pasturas. *In*: Jornada de Manejo e Instalación de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 39-50 (Actividades de Discusión no. 483)
94. RISSO, D. F.; ZARZA, A. 1981. Producción y utilización de pasturas para engorde. Miscelánea CIAAB. no. 28: 6-19.
95. SALDANHA, S.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M. 2010. Intensidad del pastoreo sobre la estructura de una pastura de *Lolium perenne* cv Horizon. *Agrociencia* (Montevideo). 14 (1): 44 – 54.
96. SANTIÑAQUE, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
97. \_\_\_\_\_.; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Miscelánea CIAAB. no. 1: 16-21.
98. SARAVIA, C. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis de maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 136 p.



99. SCHNEITER, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. In: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina). Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
100. SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ELIZALDE, J.C.; 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 (12<sup>a</sup>., 2010, Paysandú, Uruguay). Memorias. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 56-63.
101. SIMPSON, R. J.; CULVENOR, R. A. 1997. Photosynthesis, carbon partitioning and herbage yield. In: Wheeler, J. L.; Pearson, C. J.; Robards, G.E. eds. Temperate pastures; their production, use and management. East Melbourne, CSIRO. pp. 103-118.
102. SKINNER, R. H.; NELSON, C. J. 1995. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. *Crop Science*. 35 (1): 4-10.
103. SMETHAN, M.L. 1981. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 210-270.
104. SOCA, P.; CHILIBROSTE, P. 2008. Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años; aportes desde la EEMC. *Cangüé*. no. 30: 36-44.
105. STEMPLE, A.T. 1974. Avances en pasturas naturales y cultivadas. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 491 p.
106. STEPPLER, H. A.; KNUTTI, H. J.; HARGREAVES, G. 1965 The establishment of the sward seeded pastures. In: International Grassland Congress (9th., 1965, San Pablo). Proceedings. s.n.t. pp. 273-278.
107. TEUBER, N.; LAIDLAW, A. S. 1996. Influence of irradiance on branch growth of white clover stolons in rejected areas within grazed swards. *Grass and Forage Science*. 51 (1): 73-80.

108. THE STOCK FARMER. 2000. Rotación de pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado 17 nov. 2102 Disponible en <http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/Bovinos/rotaciondepastoreo.htm>
109. THOMAS, H.; STODDART. 1980. Leaf senescence. Annual Review of Plant Physiology. 31: 83-111.
110. TURNER, N. C.; BEGG, J. E., 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In: Wilson, J. R. ed. Plants relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 50 - 66.
111. VELASCO, M. E.; HERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne*.) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México. 43 (2): 247-258.
112. VINE, D. A. 1983. Sward structure changes within a perennial ryegrass sward; leaf appearance and death. Grass and Forage Science. 38: 231-242.
113. WALDO, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage - concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2): 617-631.
114. WHITE, J.G.H. 1981. Establecimiento de la pastura. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
115. WILMAN, D.; WRIGHT, P.T. 1983. Some affects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. Herbage Abstracts. 53: 387
116. ZANONIANI, R.; NOELL, S. 1997. Verdeos de invierno; condicionantes de manejo de un buen verdeo. (en línea). Young, Río Negro, Instituto Plan Agropecuario y Sociedad Rural de Río Negro. 5 p. Consultado 9 set. 2012. Disponible en <http://www.planagro.com.uy/publicaciones/uedy/Publica/Cart2/Cart2.htm>
117. \_\_\_\_\_. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15: 13-17.
118. \_\_\_\_\_.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del genero Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11

119. \_\_\_\_\_.; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reuniao do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos. Desafios e Oportunidades do Bioma Campos Frente à Expansao e Intensificação Agrícola (21ª., 2006, Pelotas).Trabalhos apresentados. Pelotas, Embrapa. s.p.
120. \_\_\_\_\_. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. *Agrociencia*. 14(3): 26-30.
121. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; GOMES DE FREITAS, S.; KLAASSEN, A. 2011. Efecto de fecha de siembra y tipo de barbecho en producción inicial de mezclas con festuca y dactylis potrero 32b. In: Jornada Anual de Pasturas (2011, Paysandú). Producción de carne a pasto. Paysandú, s.e. s.p.
122. \_\_\_\_\_. 2012. Dactylis, una opción interesante para pradera permanente. (en línea). Montevideo, Uruguay, Blasina y Asociados. 3 p. Consultado mar. 2013. Disponible en <http://www.google.com/url?q=http%3A%2F%2Fblasinayasociados.com%2Fconexion-tecnologica%2Fdactylis-una-opcion-interesante-para-pradera-permanente%2F&sa=D&sntz=1&usq=AFQjCNH7xFuqoQRenN3B13i0MdCoCRpzfw>

## 9. ANEXOS

### Anexo No.1. Forraje disponible

#### Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Disponible	8	0,80	0,52	10,45

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	667968,04	4	166992,01	2,91	0,2033
Bloque	122710,58	1	122710,58	2,14	0,2398
Mezcla	22408,45	1	22408,45	0,39	0,5763
F de siembra	69601,81	1	69601,81	1,21	0,3511
Mezcla*f de siembra	453247,21	1	453247,21	7,90	0,0672
Error	172106,82	3	57368,94		
Total	840074,86	7			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=398,57710

Error: 57368,9400 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	2167,78	4	119,76	A
2,00	2415,48	4	119,76	A

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

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=398,57710

Error: 57368,9400 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	2238,70	4	119,76	A
DACTILIS	2344,55	4	119,76	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=398,57710

F de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	2198,35	4	119,76	A
temp	2384,90	4	119,76	A

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

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=563,67314  
 Error: 57368,9400 gl: 3

Mezcla	F de siembra	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	tarde	1907,40	2	169,36	A	
DACTILIS	temp	2199,80	2	169,36	A	B
DACTILIS	tarde	2489,30	2	169,36		B
FESTUCA	temp	2570,00	2	169,36		B

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

## Anexo No.2. Forraje remanente

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Remanente	8	0,87	0,7	12,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	343694,14	4	85923,53	5,12	0,1053
Bloque	19730,91	1	19730,91	1,18	0,3574
mezcla	83252,40	1	83252,40	4,97	0,1122
f de siembra	161965,86	1	161965,86	9,66	0,0530
mezcla*f de siembra	78744,96	1	78744,96	4,70	0,1188
Error	50302,27	3	16767,42		
Total	393996,41	7			

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=215,48007  
 Error: 16767,4246 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	1001,23	4	64,74	A
2,00	1100,55	4	64,74	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=215,48007  
 Error: 16767,4246 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTYLIS	948,88	4	64,74	A
FESTUCA	1152,90	4	64,74	A

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

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=215,48007  
 Error: 16767,4246 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.		
tarde	908,60	4	64,74	A	
temp	1193,18	4	64,74		B

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

Test: LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=304,73484  
 Error: 16767,4246 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.		
DACTILIS	tarde	905,80	2	91,56	A	
FESTUCA	tarde	911,40	2	91,56	A	
DACTILIS	temp	991,95	2	91,56	A	
FESTUCA	temp	1394,40	2	91,56		B

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

### Anexo No.3. Desaparecido kg/ha

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Desp kg/ha	8	0,93	0,83	8,26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	397384,49	4	99346,12	9,47	0,0475
Bloque	44045,12	1	44045,12	4,20	0,1329
mezcla	25696,45	1	25696,45	2,45	0,2156
f de siembra	173519,41	1	173519,41	16,53	0,0268
mezcla*f de siembra	154123,52	1	154123,52	14,69	0,0313
Error	31484,11	3	10494,70		
Total	428868,60	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=170,47434  
 Error: 10494,7033 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	1166,55	4	51,22	A
2,00	1314,95	4	51,22	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=170,47434

Error: 10494,7033 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	1184,08	4	51,22	A
DACTILIS	1297,43	4	51,22	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=170,47434

Error: 10494,7033 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.		
temp	1093,48	4	51,22	A	
tarde	1388,03	4	51,22		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=241,08712

Error: 10494,7033 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.		
DACTILIS	temp	1011,35	2	72,44	A	
FESTUCA	temp	1175,60	2	72,44	A	
FESTUCA	tarde	1192,55	2	72,44	A	
DACTILIS	tarde	1583,50	2	72,44		B

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

#### Anexo No.4. % de Utilización

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% UTIL	8	0,87	0,69	8,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	338,37	4	84,59	4,81	0,1138
Bloque	7,61	1	7,61	0,43	0,5578
Mezcla	47,05	1	47,05	2,67	0,2005
f de siembra	264,50	1	264,50	15,04	0,0304
Mezcla*f de siembra	19,22	1	19,22	1,09	0,3727
Error	52,77	3	17,59		
Total	391,14	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,97889  
 Error: 17,5883 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	51,25	4	2,10	A
2,00	53,20	4	2,10	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,97889  
 Error: 17,5883 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	49,80	4	2,10	A
DACTILIS	54,65	4	2,10	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,97889  
 Error: 17,5883 gl: 3

F. de siembra	Medias	n	E.E.		
temp	46,48	4	2,10	A	
tarde	57,98	4	2,10		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,86964  
 Error: 17,5883 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	temp	45,60	2	2,97	A
DACTILIS	temp	47,35	2	2,97	A
FESTUCA	tarde	54,00	2	2,97	A
DACTILIS	tarde	61,95	2	2,97	

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

### Anexo No.5. Altura disponible

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT DISP	8	0,97	0,93	4,38



Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	87,71	4	21,93	25,66	0,0118
Bloque	3,25	1	3,25	3,80	0,1462
mezcla	78,75	1	78,75	92,15	0,0024
f de siembra	1,05	1	1,05	1,23	0,3483
mezcla*f de siembra	4,65	1	4,65	5,44	0,1019
Error	2,56	3	0,85		
Total	90,27	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,53834

Error: 0,8546 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	20,48	4	0,46	A
2,00	21,75	4	0,46	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,53834

Error: 0,8546 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	17,98	4	0,46	A
DACTILIS	24,25	4	0,46	B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,53834

Error: 0,8546 gl: 3

f de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	20,75	4	0,46	A
temp	21,48	4	0,46	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,17554

Error: 0,8546 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	tarde	16,85	2	0,65	A	
FESTUCA	temp	19,10	2	0,65		B
DACTILIS	temp	23,85	2	0,65		C
DACTILIS	tarde	24,65	2	0,65		C

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

## Anexo No.6. Altura remanente

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ALT REM	8	0,29	0,00	17,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,02	4	0,51	0,31	0,8566
Bloque	0,85	1	0,85	0,52	0,5237
mezcla	5,0E-03	1	5,0E-03	3,1E-03	0,9593
f de siembra	1,13	1	1,13	0,69	0,4672
mezcla*f de siembra	0,04	1	0,04	0,03	0,8787
Error	4,90	3	1,63		
Total	6,92	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,12564

Error: 1,6317 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	7,15	4	0,64	A
2,00	7,80	4	0,64	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,12564

Error: 1,6317 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	7,45	4	0,64	A
FESTUCA	7,50	4	0,64	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,12564

Error: 1,6317 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
temp	7,10	4	0,64	A
tarde	7,85	4	0,64	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,00611

Error: 1,6317 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	temp	7,00	2	0,90	A
FESTUCA	temp	7,20	2	0,90	A
FESTUCA	tarde	7,80	2	0,90	A
DACTILIS	tarde	7,90	2	0,90	A

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

### Anexo No.7. Desaparecido total

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
desp total	8	0,61	0,10	24,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5059683,29	4	1264920,82	1,20	0,4601
Bloque	13382,48	1	13382,48	0,01	0,9176
mezcla	1146703,68	1	1146703,68	1,08	0,3745
f de siembra	1037808,25	1	1037808,25	0,98	0,3951
mezcla*f de siembra	2861788,88	1	2861788,88	2,70	0,1987
Error	3175449,99	3	1058483,33		
Total	8235133,28	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1712,04802

Error: 1058483,3300 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	4153,28	4	514,41	A
2,00	4235,08	4	514,41	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1712,04802

Error: 1058483,3300 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	3815,58	4	514,41	A
DACTILIS	4572,78	4	514,41	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1712,04802

Error: 1058483,3300 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
temp	3834,00	4	514,41	A
tarde	4554,35	4	514,41	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2421,20153

Error: 1058483,3300 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	tarde	3577,65	2	727,49	A
DACTILIS	temp	3614,50	2	727,49	A
FESTUCA	temp	4053,50	2	727,49	A
DACTILIS	tarde	5531,05	2	727,49	A

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

#### Anexo No.8. Crecimiento MS/ha

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
CRECMS/HA	8	0,78	0,49	15,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5326461,53	4	1331615,38	2,66	0,2238
Bloque	560105,28	1	560105,28	1,12	0,3677
mezcla	1990611,05	1	1990611,05	3,98	0,1401
f de siembra	480592,08	1	480592,08	0,96	0,3994
mezcla*f de siembra	2295153,13	1	2295153,13	4,59	0,1217
Error	1501302,31	3	500434,10		
Total	6827763,84	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1177,19221

Error: 500434,1033 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	4316,15	4	353,71	A
2,00	4845,35	4	353,71	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1177,19221  
 Error: 500434,1033 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	4081,93	4	353,71	A
DACTILIS	5079,58	4	353,71	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1177,19221  
 Error: 500434,1033 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	4335,65	4	353,71	A
temp	4825,85	4	353,71	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1664,80119  
 Error: 500434,1033 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	tarde	3301,20	2	500,22	A	
DACTILIS	temp	4789,05	2	500,22	A	B
FESTUCA	temp	4862,65	2	500,22	A	B
DACTILIS	tarde	5370,10	2	500,22		B

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

### Anexo No.9. Tasa de crecimiento

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	Variable
T CREC	8	0,69	0,28	19,84	T CREC

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	402,63	4	100,66	1,69	0,3482
Bloque	122,46	1	122,46	2,05	0,2475
mezcla	189,15	1	189,15	3,17	0,1731
f de siembra	1,90	1	1,90	0,03	0,8697
mezcla*f de siembra	89,11	1	89,11	1,49	0,3091
Error	179,11	3	59,70		
Total	581,74	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,85813  
 Error: 59,7046 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	35,03	4	3,86	A
2,00	42,85	4	3,86	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,85813  
 Error: 59,7046 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	34,08	4	3,86	A
DACTILIS	43,80	4	3,86	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=12,85813  
 Error: 59,7046 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	38,45	4	3,86	A
temp	39,43	4	3,86	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=18,18414  
 Error: 59,7046 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	tarde	30,25	2	5,46	A
FESTUCA	temp	37,90	2	5,46	A
DACTILIS	temp	40,95	2	5,46	A
DACTILIS	tarde	46,65	2	5,46	A

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

### Anexo No.10. Crecimiento ajustado

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	Variable
CREC AJUS	8	0,68	0,26	18,68	CREC AJUS

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8704781,99	4	2176195,50	1,62	0,3614
Bloque	203107,51	1	203107,51	0,15	0,7237
mezcla	4607585,46	1	4607585,46	3,42	0,1615
f de siembra	181412,76	1	181412,76	0,13	0,7380
mezcla*f de siembra	3712676,25	1	3712676,25	2,76	0,1955
Error	4041647,43	3	1347215,81		
Total	12746429,4	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1931,49023

Error: 1347215,8112 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	6053,70	4	580,35	A
2,00	6372,38	4	580,35	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1931,49023

Error: 1347215,8112 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	5454,13	4	580,35	A
DACTILIS	6971,95	4	580,35	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1931,49023

Error: 1347215,8112 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	6062,45	4	580,35	A
temp	6363,63	4	580,35	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2731,53968

Error: 1347215,8112 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	tarde	4622,30	2	820,74	A	
FESTUCA	temp	6285,95	2	820,74	A	B
DACTILIS	temp	6441,30	2	820,74	A	B
DACTILIS	tarde	7502,60	2	820,74		B

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

## Anexo No.11. Número de días de pastoreo

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. DIAS pastoreo	8	0,82	0,58	13,74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	39,91	4	9,98	3,44	0,1692
Bloque	20,48	1	20,48	7,05	0,0766
mezcla	2,21	1	2,21	0,76	0,4476
f de siembra	14,58	1	14,58	5,02	0,1109
mezcla*f de siembra	2,65	1	2,65	0,91	0,4103
Error	8,71	3	2,90		
Total	48,62	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,83545

Error: 2,9033 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.		
2,00	10,80	4	0,85	A	
1,00	14,00	4	0,85		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,83545

Error: 2,9033 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	11,88	4	0,85	A
FESTUCA	12,93	4	0,85	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,83545

Error: 2,9033 gl: 3

f de siembra	Medias	n	E.E.	
temp	11,05	4	0,85	A
tarde	13,75	4	0,85	A

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



Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,00994

Error: 2,9033 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	temp	11,00	2	1,20	A
DACTILIS	temp	11,10	2	1,20	A
DACTILIS	tarde	12,65	2	1,20	A
FESTUCA	tarde	14,85	2	1,20	A

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

### Anexo No.12. Porcentaje de gramínea

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRAM %	8	0,90	0,77	15,84

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1412,88	4	353,22	6,82	0,0733
Bloque	101,53	1	101,53	1,96	0,2559
mezcla	371,28	1	371,28	7,17	0,0752
f de siembra	892,53	1	892,53	17,24	0,0254
mezcla*f de siembra	47,53	1	47,53	0,92	0,4087
Error	155,34	3	51,78		
Total	1568,22	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,97458

Error: 51,7813 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	41,88	4	3,60	A
2,00	49,00	4	3,60	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,97458

Error: 51,7813 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.		
DACTILIS	38,63	4	3,60	A	
FESTUCA	52,25	4	3,60		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=11,97458

Error: 51,7813 gl: 3

f de siembra	Medias	n	E.E.		
tarde	34,88	4	3,60	A	
temp	56,00	4	3,60		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=16,93461

Error: 51,7813 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.		
DACTILIS	tarde	30,50	2	5,09	A	
FESTUCA	tarde	39,25	2	5,09	A	
DACTILIS	temp	46,75	2	5,09	A	
FESTUCA	temp	65,25	2	5,09		B

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

### Anexo No.13. Porcentaje de leguminosa

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LEG%	8	0,94	0,86	11,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1533,50	4	383,37	11,57	0,0362
Bloque	95,91	1	95,91	2,90	0,1874
mezcla	424,86	1	424,86	12,82	0,0373
f de siembra	983,46	1	983,46	29,69	0,0121
mezcla*f de siembra	29,26	1	29,26	0,88	0,4166
Error	99,38	3	33,13		
Total	1632,88	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,57792

Error: 33,1279 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	46,08	4	2,88	A
1,00	53,00	4	2,88	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,57792

Error: 33,1279 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	42,25	4	2,88	A	
DACTILIS	56,83	4	2,88		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,57792

Error: 33,1279 gl: 3

f de siembra	Medias	n	E.E.		
temp	38,45	4	2,88	A	
tarde	60,63	4	2,88		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=13,54522

Error: 33,1279 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.			
FESTUCA	temp	29,25	2	4,07	A		
DACTILIS	temp	47,65	2	4,07		B	
FESTUCA	tarde	55,25	2	4,07		B	C
DACTILIS	tarde	66,00	2	4,07			C

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

#### Anexo No.14. Porcentaje de malezas

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MALEZA%	8	0,66	0,22	35,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7,10	4	1,77	1,48	0,3882
Bloque	1,71	1	1,71	1,43	0,3173
mezcla	2,76	1	2,76	2,31	0,2258
f de siembra	0,91	1	0,91	0,76	0,4467
mezcla*f de siembra	1,71	1	1,71	1,43	0,3173
Error	3,58	3	1,19		
Total	10,68	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,81879  
 Error: 1,1946 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	2,58	4	0,55	A
1,00	3,50	4	0,55	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,81879  
 Error: 1,1946 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	2,45	4	0,55	A
FESTUCA	3,63	4	0,55	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,81879  
 Error: 1,1946 gl: 3

f de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	2,70	4	0,55	A
temp	3,38	4	0,55	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=2,57216  
 Error: 1,1946 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	tarde	1,65	2	0,77	A
DACTILIS	temp	3,25	2	0,77	A
FESTUCA	temp	3,50	2	0,77	A
FESTUCA	tarde	3,75	2	0,77	A

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

### Anexo No.15. Porcentaje de restos secos

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
RS %	8	0,67	0,24	32,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,75	4	0,69	1,54	0,3758
Bloque	1,36	1	1,36	3,06	0,1785
mezcla	0,66	1	0,66	1,49	0,3098
f de siembra	0,36	1	0,36	0,81	0,4338
mezcla*f de siembra	0,36	1	0,36	0,81	0,4338
Error	1,33	3	0,44		
Total	4,08	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,10956

Error: 0,4446 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	1,63	4	0,33	A
2,00	2,45	4	0,33	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,10956

Error: 0,4446 gl: 3

mezla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	1,75	4	0,33	A
DACTILIS	2,33	4	0,33	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,10956

Error: 0,4446 gl: 3

f de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	1,83	4	0,33	A
temp	2,25	4	0,33	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,56915

Error: 0,4446 gl: 3

mezla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	tarde	1,75	2	0,47	A
FESTUCA	temp	1,75	2	0,47	A
DACTILIS	tarde	1,90	2	0,47	A
DACTILIS	temp	2,75	2	0,47	A

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

## Anexo No.16. Gramínea kg/ha

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DISP GRAM(Kg/Hà)	8	0,88	0,72	31,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1445301,89	4	361325,47	5,55	0,0953
Bloque	508687,41	1	508687,41	7,82	0,0681
mezcla	339117,30	1	339117,30	5,21	0,1066
f de siembra	202025,46	1	202025,46	3,10	0,1763
mezcla*f de siembra	395471,71	1	395471,71	6,08	0,0904
Error	195199,80	3	65066,60		
Total	1640501,69	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=424,47585

Error: 65066,6013 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.		
1,00	564,05	4	127,54	A	
2,00	1068,38	4	127,54		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=424,47585

Error: 65066,6013 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	610,33	4	127,54	A
FESTUCA	1022,10	4	127,54	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=424,47585

Error: 65066,6013 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	657,30	4	127,54	A
temp	975,13	4	127,54	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=600,29951  
 Error: 65066,6013 gl: 3

Mezcla	F de siembra	Medias	n	E.E.		
DACTILIS	temp	546,90	2	180,37	A	
FESTUCA	tarde	640,85	2	180,37	A	
DACTILIS	tarde	673,75	2	180,37	A	
FESTUCA	temp	1403,35	2	180,37		B

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

### Anexo No.17. Leguminosa kg/ha

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIS LEG(Kg/Hà)	8	0,70	0,31	49,57

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

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1360436,91	4	340109,23	1,77	0,3331
Bloque	79281,62	1	79281,62	0,41	0,5662
mezcla	305840,21	1	305840,21	1,59	0,2961
f de siembra	712937,41	1	712937,41	3,71	0,1496
mezcla*f de siembra	262377,68	1	262377,68	1,37	0,3268
Error	575853,97	3	191951,32		
Total	1936290,88	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=729,07043  
 Error: 191951,3233 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	784,35	4	219,06	A
2,00	983,45	4	219,06	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=729,07043  
 Error: 191951,3233 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	688,38	4	219,06	A
DACTILIS	1079,43	4	219,06	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=729,07043

Error: 191951,3233 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
temp	585,38	4	219,06	A
tarde	1182,43	4	219,06	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1031,06129

Error: 191951,3233 gl: 3

Mezcla	F de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	temp	570,95	2	309,80	A
DACTILIS	temp	599,80	2	309,80	A
FESTUCA	tarde	805,80	2	309,80	A
DACTILIS	tarde	1559,05	2	309,80	A

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

### Anexo No.18. Maleza kg/ha

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIS MALEZ (Kg/Ha)	8	0,66	0,21	29,03

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1269,18	4	317,29	1,47	0,3917
Bloque	2,31	1	2,31	0,01	0,9241
mezcla	621,28	1	621,28	2,88	0,1885
f de siembra	306,28	1	306,28	1,42	0,3194
mezcla*f de siembra	339,30	1	339,30	1,57	0,2989
Error	648,12	3	216,04		
Total	1917,30	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=24,45920

Error: 216,0412 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	50,10	4	7,35	A
1,00	51,18	4	7,35	A

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



Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=24,45920  
 Error: 216,0412 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	41,83	4	7,35	A
FESTUCA	59,45	4	7,35	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=24,45920  
 Error: 216,0412 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	44,45	4	7,35	A
temp	56,83	4	7,35	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=34,59053  
 Error: 216,0412 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	temp	41,50	2	10,39	A
DACTILIS	tarde	42,15	2	10,39	A
FESTUCA	tarde	46,75	2	10,39	A
FESTUCA	temp	72,15	2	10,39	A

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

### Anexo No.19. Restos secos kg/ha

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
DIS RS (Kg/Ha)	8	0,52	0,00	51,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1411,88	4	352,97	0,80	0,5952
Bloque	1313,28	1	1313,28	2,99	0,1820
mezcla	63,28	1	63,28	0,14	0,7294
f de siembra	9,03	1	9,03	0,02	0,8950
mezcla*f de siembra	26,28	1	26,28	0,06	0,8224
Error	1315,75	3	438,58		
Total	2727,63	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=34,84983  
 Error: 438,5846 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	27,98	4	10,47	A
2,00	53,60	4	10,47	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=34,84983  
 Error: 438,5846 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	37,98	4	10,47	A
DACTILIS	43,60	4	10,47	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=34,84983  
 Error: 438,5846 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
temp	39,73	4	10,47	A
tarde	41,85	4	10,47	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=49,28510  
 Error: 438,5846 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	temp	35,10	2	14,81	A
FESTUCA	tarde	40,85	2	14,81	A
DACTILIS	tarde	42,85	2	14,81	A
DACTILIS	temp	44,35	2	14,81	A

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

## Anexo No.20. Suelo desnudo

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SUELO DESNUDO	8	0,52	0,00	132,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23,00	4	5,75	0,82	0,5883
Bloque	4,50	1	4,50	0,64	0,4813
mezcla	18,00	1	18,00	2,57	0,2071
f de siembra	0,50	1	0,50	0,07	0,8066
mezcla*f de siembra	0,00	1	0,00	0,00	>0,9999
Error	21,00	3	7,00		
Total	44,00	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,40274

Error: 7,0000 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	1,25	4	1,32	A
1,00	2,75	4	1,32	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,40274

Error: 7,0000 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	0,50	4	1,32	A
DACTILIS	3,50	4	1,32	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=4,40274

Error: 7,0000 gl: 3

f de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	1,75	4	1,32	A
temp	2,25	4	1,32	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=6,22641

Error: 7,0000 gl: 3

Mezcla	f de siembra	Medias	n	E.E.	
FESTUCA	tarde	0,25	2	1,87	A
FESTUCA	temp	0,75	2	1,87	A
DACTILIS	tarde	3,25	2	1,87	A
DACTILIS	temp	3,75	2	1,87	A

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

## Anexo No.21. Porcentaje de gramínea primavera

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRAM %	8	0,72	0,36	35,91

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1745,50	4	436,38	1,98	0,3012
Bloque	253,13	1	253,13	1,15	0,3628
mezcla	861,13	1	861,13	3,90	0,1428
F de siembra	595,13	1	595,13	2,70	0,1992
mezcla*f de siembra	36,13	1	36,13	0,16	0,7130
Error	662,38	3	220,79		
Total	2407,88	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=24,72665

Error: 220,7917 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	35,75	4	7,43	A
2,00	47,00	4	7,43	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=24,72665

Error: 220,7917 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTILIS	31,00	4	7,43	A
FESTUCA	51,75	4	7,43	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=24,72665

Error: 220,7917 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
tarde	32,75	4	7,43	A
temp	50,00	4	7,43	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=34,96876  
 Error: 220,7917 gl: 3

Mezcla	F de siembra	Medias	n	E.E.		
DACTILIS	tarde	24,50	2	10,51	A	
DACTILIS	temp	37,50	2	10,51	A	B
FESTUCA	tarde	41,00	2	10,51	A	B
FESTUCA	temp	62,50	2	10,51		B

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

### Anexo No.22. Porcentaje de leguminosa invierno

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LEG%	8	0,83	0,60	24,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2149,50	4	537,38	3,64	0,1582
Bloque	300,13	1	300,13	2,04	0,2489
mezcla	1128,13	1	1128,13	7,65	0,0698
F de siembra	630,13	1	630,13	4,27	0,1306
mezcla*f de siembra	91,13	1	91,13	0,62	0,4892
Error	442,38	3	147,46		
Total	2591,88	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=20,20731  
 Error: 147,4583 gl: 3

Bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	43,50	4	6,07	A
1,00	55,75	4	6,07	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=20,20731  
 Error: 147,4583 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	37,75	4	6,07	A	
DACTILIS	61,50	4	6,07		B

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=20,20731

Error: 147,4583 gl: 3

F de siembra	Medias	n	E.E.	
temp	40,75	4	6,07	A
tarde	58,50	4	6,07	A

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

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=28,57746

Error: 147,4583 gl: 3

Mezcla	F de siembra	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	temp	25,50	2	8,59	A	
FESTUCA	tarde	50,00	2	8,59	A	B
DACTILIS	temp	56,00	2	8,59		B
DACTILIS	tarde	67,00	2	8,59		B

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

### Anexo No.23. Porcentaje de leguminosa Composición botánica total

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
LEG%	8	0,89	0,75	16,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1623,03	4	405,76	6,28	0,0815
mezcla	619,52	1	619,52	9,59	0,0534
f de siembra	812,05	1	812,05	12,57	0,0382
Bloque	139,45	1	139,45	2,16	0,2381
f de siembra*mezcla	52,02	1	52,02	0,81	0,4356
Error	193,79	3	64,60		
Total	1816,82	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=13,37437

Error: 64,5950 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.		
FESTUCA	40,88	4	4,02	A	
DACTILIS	58,48	4	4,02		B

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

**Anexo No.24.** Porcentaje de gramínea composición botánica total

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GRAM %	8	0,81	0,57	23,72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1412,27	4	353,07	3,29	0,1778
mezcla	499,28	1	499,28	4,65	0,1200
f de siembra	722,00	1	722,00	6,72	0,0808
Bloque	151,38	1	151,38	1,41	0,3205
f de siembra*mezcla	39,61	1	39,61	0,37	0,5865
Error	322,09	3	107,36		
Total	1734,36	7			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=17,24257

Error: 107,3633 gl: 3

Mezcla	Medias	n	E.E.	
DACTYLIS	35,78	4	5,18	A
FESTUCA	51,58	4	5,18	A

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

**Anexo No.25.** Ganancias de peso total

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GPT	12	0,66	0,58	12,76

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	6497,55	2	3248,77	8,58	0,0082	
tratamiento	3718,67	1	3718,67	9,82	0,0120	
11/06/2012	57,21	1	57,21	0,15	0,7065	-0,04
Error	3407,45	9	378,61			
Total	9905,00	11				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=20,59312  
 Error: 378,6058 gl: 9

tratamiento	Medias	n	E.E.	
Festuca	127,05	6	9,87	A
Dactylis	177,95	6	9,87	B

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

### Anexo No.26. Ganancia de peso periodo invernal

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GP1	12	0,34	0,19	52,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	1529,98	2	764,99	2,30	0,1557	
tratamiento	602,27	1	602,27	1,81	0,2110	
11/06/2012	11,23	1	11,23	0,03	0,8582	0,02
Error	2988,94	9	332,10			
Total	4518,92	11				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=19,28705  
 Error: 332,1043 gl: 9

tratamiento	Medias	n	E.E.	
Festuca	24,18	6	9,25	A
Dactylis	44,66	6	9,25	B

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

### Anexo No.27. Ganancia de peso en primavera temprana

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GP2	12	0,56	0,46	11,47



Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	768,24	2	384,12	5,68	0,0254	
tratamiento	354,16	1	354,16	5,24	0,0479	
11/06/2012	0,24	1	0,24	3,5E-03	0,9539	2,5E-03
Error	608,43	9	67,60			
Total	1376,67	11				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,70185

Error: 67,6031 gl: 9

tratamiento	Medias	n	E.E.	
Festuca	63,81	6	4,17	A
Dactilis	79,52	6	4,17	B

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

### Anexo No.28. Ganancia de peso en la primavera tardía

Análisis de varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
GP3	12	0,14	0,00	31,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Coef
Modelo.	314,13	2	157,06	0,73	0,5091	
tratamiento	310,49	1	310,49	1,44	0,2608	
11/06/2012	130,04	1	130,04	0,60	0,4573	-0,06
Error	1940,79	9	215,64			
Total	2254,92	11				

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=15,54163

Error: 215,6432 gl: 9

tratamiento	Medias	n	E.E.	
Festuca	39,06	6	7,45	A
Dactilis	53,77	6	7,45	A

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