

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE TIPO DE MEZCLA FORRAJERA
SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL SEGUNDO
AÑO**

por

**Gabriel ARENARES REPETTO
Cristian QUINTANA TELLERÍA
José RIVERO CAYETANO**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2011**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silbermann

Fecha:

30 de marzo de 2012

Autor:

Gabriel Arenares Repetto

Cristian Quintana Tellería

José Rivero Cayetano

AGRADECIMIENTOS

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

A nuestro director de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por confiarnos la elaboración de este trabajo de tesis y por el incondicional apoyo brindado en todas las instancias durante la elaboración del mismo.

Especialmente a nuestras familias por el apoyo y confianza que nos brindaron durante los cinco años de la carrera.

A todos los que hicieron posible la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES	
COMPONENTES DE LAS MEZCLAS.....	3
2.1.1 <i>Dactylis glomerata</i>	3
2.1.2 <i>Festuca arundinacea</i>	4
2.1.3 <i>Paspalum dilatatum</i>	6
2.1.4 <i>Paspalum notatum</i>	8
2.1.5 <i>Lotus corniculatus</i>	9
2.1.6 <i>Medicago sativa</i>	11
2.1.7 <i>Trifolium repens</i>	12
2.2 MEZCLAS FORRAJERAS.....	14
2.2.1 <u>Importancia de la mezcla de especies</u>	15
2.2.2 <u>Componentes de la mezclas</u>	17
2.2.3 <u>Dinámica de las mezclas</u>	19
2.3 EFECTOS DEL PASTOREO.....	20
2.3.1 <u>Aspectos generales</u>	20
2.3.2 <u>Parámetros que definen el pastoreo</u>	21
2.3.2.1 Intensidad.....	21
2.3.2.2 Frecuencia.....	23
2.3.3 <u>Efectos sobre las especies que componen la</u>	
<u>mezcla y su producción</u>	25
2.3.4 <u>Efecto sobre la fisiología de las plantas</u>	28
2.3.4.1 Efecto sobre el rebrote.....	28
2.3.4.2 Efecto sobre la utilización del forraje.....	30

2.3.4.3	Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas.....	32
2.3.4.4	Efectos sobre la composición botánica.....	34
2.3.4.5	Efectos sobre la persistencia.....	35
2.3.4.6	Efectos sobre la calidad.....	36
2.3.5	<u>Efectos del pastoreo sobre la performance animal</u>	37
2.4	PRODUCCIÓN ANIMAL.....	39
2.4.1	<u>Aspectos generales de la producción animal</u>	39
2.4.2	<u>Relación entre consumo-disponibilidad-altura</u>	39
2.4.3	<u>Relación asignación de forraje-consumo</u>	40
3.	<u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	43
3.1	CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....	43
3.1.1	<u>Lugar y período experimental</u>	43
3.1.2	<u>Información meteorológica</u>	43
3.1.3	<u>Descripción del sitio experimental</u>	43
3.1.4	<u>Antecedentes del área experimental</u>	44
3.1.5	<u>Tratamientos</u>	44
3.1.6	<u>Diseño experimental</u>	45
3.2	METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	45
3.2.1	<u>Variables determinadas</u>	46
3.2.1.1	Disponibilidad y rechazo de materia seca.....	46
3.2.1.2	Altura del disponible y del remanente.....	47
3.2.1.3	Producción de forraje.....	47
3.2.1.4	Materia seca desaparecida.....	47
3.2.1.5	Porcentaje de utilización.....	47
3.2.1.6	Composición botánica.....	47
3.2.1.7	Peso de los animales.....	48
3.2.1.8	Ganancia de peso diaria.....	48
3.2.1.9	Oferta de forraje.....	48
3.2.1.10	Producción de carne.....	48
3.3	HIPÓTESIS.....	48
3.3.1	<u>Hipótesis biológica</u>	48
3.3.2	<u>Hipótesis estadística</u>	49
3.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	49
3.4.1	<u>Modelo estadístico</u>	49

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	50
4.1 <u>DATOS METEOROLÓGICOS</u>	50
4.2 <u>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</u>	52
4.2.1 <u>Forraje disponible</u>	52
4.2.1.1 Cantidad de forraje disponible.....	52
4.2.1.2 Altura de forraje disponible.....	54
4.2.2 <u>Forraje remanente</u>	55
4.2.2.1 Cantidad de forraje remanente.....	55
4.2.2.2 Altura de forraje remanente.....	56
4.2.3 <u>Composición botánica</u>	56
4.2.4 <u>Forraje desaparecido</u>	60
4.2.5 <u>Producción de materia seca</u>	61
4.2.5.1 Tasa de crecimiento.....	61
4.2.5.2 Producción de forraje.....	62
4.3 <u>PRODUCCIÓN ANIMAL</u>	64
4.3.1 <u>Ganancia de peso vivo por animal</u>	65
4.3.2 <u>Producción de peso vivo por hectárea</u>	69
4.4 <u>CONSIDERACIONES FINALES</u>	72
5. <u>CONCLUSIONES</u>	74
6. <u>RESUMEN</u>	75
7. <u>SUMMARY</u>	76
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	77
9. <u>ANEXOS</u>	89

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Disponibilidad promedio de forraje en kg MS/ha de cada tratamiento.....	52
2. Altura promedio por tratamiento del forraje disponible en centímetros.....	54
3. Forraje remanente promedio en kg MS/ha de cada tratamiento.....	55
4. Altura promedio del forraje remanente en centímetros para cada tratamiento.....	56
5. Composición botánica promedio del experimento, para cada tratamiento.....	56
6. Forraje desaparecido promedio del experimento para cada tratamiento.....	60
7. Producción de forraje promedio del experimento para cada tratamiento, expresado en kg MS/ha.....	63
8. Ganancia media diaria por animal para cada tratamiento.....	65
9. Peso promedio al inicio y final del experimento de los animales.....	65
10. Ganancia media diaria estacional por animal para cada tratamiento.....	66
11. Producción de MS (kg/ha), invierno-primaveral para los distintos tratamientos.....	67
12. Ganancias promedios en kilos por animal para cada tratamiento	68
13. Producción en kg peso vivo/ha por tratamiento.....	69
14. Oferta de forraje (kg MS/100 kg PV) promedio del período experimental para cada tratamiento.....	70
Figura No.	
1. Croquis de la disposición de los bloques y tratamientos del diseño experimental.....	45
2. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico.....	50

3. Registro de temperaturas medias durante el ensayo, comparadas con la media histórica.....	51
4. Evolución de la disponibilidad de forraje (Kg MS/ha) para cada tratamiento, en el periodo experimental.....	53
5. Evolución en la composición botánica de la mezcla compuesta por <i>Medicago sativa</i> y <i>Dactylis glomerata</i> a lo largo del período experimental.....	57
6. Evolución de la composición botánica de los tratamientos 2, 3 y 4 a lo largo del periodo experimental.....	59
7. Porcentaje de utilización de forraje promedio del experimento tratamiento.....	60
8. Evolución de la tasa de crecimiento de las pasturas y la temperatura, promedio durante el experimento.....	62
9. Evolución de la producción de forraje de las pasturas durante el período experimental.....	63
10. Relación entre la oferta de forraje y la producción de PV/ha.....	71

1. INTRODUCCIÓN

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

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. Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explotando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias (Carámbula, 2004).

Las pasturas son la fuente de alimento disponible más económica para los rumiantes, por lo que resulta de crucial importancia conocer las medidas de manejo necesarias para optimizar su producción de forraje, su utilización por parte de los animales y la eficiencia con que ese forraje cosechado es transformado en producto animal. Para cuantificar su productividad, es necesario entender las complejas interacciones entre los componentes del ecosistema pastoril.

En las plantas durante el año, se producen una serie de cambios morfofisiológicos, y en sus poblaciones un conjunto de modificaciones que incluyen variaciones en la composición botánica y en la estructura del tapiz, las cuales afectan la cantidad de forraje y su calidad. Desde el punto de vista agronómico, el concepto de persistencia en las pasturas involucra el criterio de constancia de rendimientos dentro de un equilibrio dinámico de balance entre las especies sembradas (gramíneas y leguminosas) y la vegetación residente. La falta de persistencia de las pasturas se presenta como un serio problema en los países del Cono Sur, así como también en gran parte del mundo (Carámbula, 2004).

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).

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.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la producción de forraje y composición botánica de diferentes mezclas forrajeras bajo pastoreo, en su segundo año de vida. Las mezclas evaluadas comprenden cuatro tratamientos: *Medicago sativa* con *Dactylis glomerata*; *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*; y dos tratamientos más, uno con *Paspalum dilatatum* y otro con *Paspalum notatum*, especie agregadas a la mezcla base anterior. Así mismo como objetivo general secundario, se evaluó la producción animal. En función de estas variables se determinará la respuesta de las mezclas a lo largo del período invierno-primaveral.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- comparar la producción de forraje de las distintas mezclas durante el invierno y primavera de su segundo año.
- evaluar la evolución en composición botánica y enmalezamiento en cada mezcla.
- comparar la variación en la producción de carne de las diferentes mezclas, en kg/animal y kg PV/ha.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

2.1.1 *Dactylis glomerata*

Es una gramínea perenne, 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).

El *Dactylis glomerata* es una valiosa gramínea forrajera que se adapta bien a una fertilidad moderada y a un bajo contenido de humedad del suelo (Langer, 1981), presentando menores requerimientos en fertilidad de suelo que las demás especies perennes invernales más utilizadas en el Uruguay (Carámbula, 2007a).

Según Langer (1981), a menos que sea sometida a un pastoreo fuerte, tiene la tendencia de tornarse algo grosera y muy cespitosa, y en estas condiciones no es muy aceptada por los animales en pastoreo.

Como todas las especies forrajeras, la producción total anual y estacional depende del manejo del pastoreo. En una pastura mixta el manejo durante todo el año, de frecuencia 18 cm e intensidad 7 cm registran los mayores 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 *D. glomerata* ya que disminuyó la competencia de otras especies componentes de la pastura (Brougham, citado por Langer, 1981).

En esta especie las sustancias de reserva se encuentran ubicadas en las bases de las macollas y en las vainas de las hojas, por lo tanto el manejo del pastoreo acepta defoliaciones frecuentes pero no intensas, de lo contrario la planta se verá afectada ya que los animales consumirán directamente las reservas de la misma. Se adapta muy bien a pasturas mezcla ya que es poca agresiva lo cual permite 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).

El cultivar utilizado en éste experimento fue Estanzuela 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 Estanzuela durante 2011, el cultivar INIA Perseo, registró producciones para su primer y segundo año de vida de 6100 y 9100 kg MS/ha respectivamente, para siembras de 2009, 2010 y 2011 (INASE, 2012).

2.1.2 *Festuca arundinacea*

Es una gramínea perenne con ciclo de producción invernal, de porte cespitoso. Posee buen comportamiento en suelos medios a pesados, se adapta muy bien a un amplio rango de suelos, tolerando suelos alcalinos y ácidos. Presenta buena precocidad otoñal, rápido rebrote a fines de invierno y floración temprana (setiembre-octubre) (Carámbula, 2007a).

Presenta lenta implantación por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies. Por consecuencia la producción durante el primer año es baja de manera que el manejo debe ser el adecuado para asegurar su persistencia (Langer, 1981).

Esta especie puede soportar manejos de pastoreo intenso y frecuente no solo por presentar sustancias de reservas en las raíces y rizomas cortos que se encuentran formando la base de la maciega sino también por el área foliar remanente luego del pastoreo. Manejos intensos prologados pueden comprometer su crecimiento (Carámbula, 2007a).

Por ser perenne presenta un activo crecimiento en verano y demuestra una resistencia a la sequía medianamente buena permaneciendo verde durante un verano seco (Langer, 1981). De todos modos dada la condición de no presentar órganos especializados en acumular reservas, manejos intensos

prolongados comprometen la persistencia y productividad de la especie (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).

Con respecto al macollaje, aumentan durante la etapa vegetativa (otoño-invierno) registrándose los valores máximos a fines de invierno, para posteriormente disminuir durante la primavera y el verano (Formoso, 1995). Esto es de considerar para lograr el máximo número de macollos previo al verano, estación que generalmente por déficit hídricos se pierdan macollas comprometiendo la persistencia de la especie que se muestra susceptible al avance de especies más adaptadas.

La festuca pierde su palatabilidad en estadios avanzados de crecimiento, cuando comienza a elongar los tallos, por lo que debería ser pastoreada cuando logre una altura alrededor de 10 cm para evitar la caída de la aceptabilidad y palatabilidad, atributos que son variables de acuerdo a los cultivares y manejos (Langer, 1981).

La tasa de crecimiento máxima se da durante la primavera y es de 52 kg MS/ ha/ día. En cambio, durante el verano mantiene tasas de crecimiento entre 10-20 kg MS/ha/día, aumenta gradualmente durante el otoño para luego volver a descender hacia el invierno (García, 2003).

Existen en el mercado dos grandes grupos de festucas que son: festucas continentales o tipo Norte de Europa, y festucas tipo mediterráneas.

Las festucas de tipo continental, se caracterizan por concentrar su producción de forraje en primavera verano, sin mostrar latencia estival. Su origen le permite soportar temperaturas invernales muy extremas. El rebrote de primavera suele ser tardío, definiéndolas de este modo, como productoras de forraje primavero-estival. Las de tipo mediterráneo, concentran su producción en invierno-primavera, siendo muy precoces en su rebrote primaveral. Su excelente capacidad de producción de forraje durante el invierno se logra

siempre y cuando tengan buena disponibilidad hídrica durante la estación. Estas festucas presentan por lo general, latencia estival, de manera que no producen forraje en verano, o solo lo hacen en casos de mucha humedad, permitiéndole así soportar muy altas temperaturas y sequías durante el mismo¹.

El cultivar Estanzuela Tacuabé se trata de una variedad sintética de uso público, creada y mantenida por INIA, que 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, sigue manteniendo total vigencia (Formoso, 2010). Este cultivar 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).

Estanzuela Tacuabé, como se mencionó anteriormente 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.

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 *Paspalum dilatatum*

Gramínea tropical perenne, con habito de crecimiento cespitoso y porte erecto (Saibro, 1980). Presenta rizomas muy cortos, se adapta mejor a suelos profundos y fértiles. Es resistente a las sequias y tolera excesos hídricos por su sistema radicular extenso, fuerte y profundo (Carámbula, 2007a). Es considerada una gramínea de buena palatabilidad y presenta una buena producción de forraje (Burson y Watson, 1995).

Admite tanto siembras de otoño como de primavera, pero es una especie de muy lenta implantación por lo que se debe seleccionar muy bien las especies acompañantes en casos de pasturas perennes mezclas. De implantarse se

¹ Zanoniani, R. 2011. Com. personal.

comporta muy bien por su persistencia y por no cubrir totalmente el suelo (Carámbula, 2007a).

Presenta un óptimo crecimiento en la primavera y en el verano, pero durante el otoño mantiene un activo crecimiento, evidenciando que presenta una buena tolerancia al frío (Saibro, 1980). La temperatura óptima de crecimiento del entorno de los 25 °C (Thom, 2003). Su periodo productivo comienza en octubre y continúa hasta mayo, época en que comienzan las heladas, que si son demoradas solo retardan su desarrollo (Carámbula, 2007a).

La baja expansión de esta especie se ve afectada por el bajo porcentaje de semillas llenas, asociado muchas veces a un bajo porcentaje de germinación según García (1971). También sostiene que este comportamiento está asociado a factores inherentes a su forma de producción, a efectos producidos por el ataque del hongo *Claviceps paspali* y las condiciones ambientales durante la floración.

Esta especie presenta una baja implantación debido a la mala calidad de semilla y a su lenta germinación (Holt, 1956). Langer (1981), agrega que debido a su baja capacidad competitiva en el estado de plántula, el pasto miel no se establece bien cuando forma parte de una mezcla.

El manejo del pastoreo, para mantener la calidad de esta gramínea requiere de pastoreos intensos y frecuentes, resiste muy bien el pisoteo y el diente de los animales ya que la mayoría de los rebrotes se producen desde yemas ubicadas por debajo del nivel del suelo. Para el rebrote, el contenido de reservas del *Paspalum* cumple un papel más importante que la superficie foliar remanente (Watson y Ward, 1970).

Además en *Paspalum dilatatum* se confunden las etapas vegetativas y reproductivas, un manejo que elimine las macollas reproductivas, asegura un proceso de macollaje continuo que permite mejor persistencia y una mayor calidad del forraje (Carámbula, 2007a).

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

2.1.4 *Paspalum notatum*

Es una gramínea tropical perenne, de crecimiento rastrero, postrada, provista de estolones que enraízan en los nudos (Maraschin, 2001) y rizomas cortos los cuales forman una densa cobertura en el suelo. Presenta lento crecimiento inicial, se propaga principalmente por semillas (Saibro, 1980).

La temperatura óptima de crecimiento es entre 25 y 30 °C según. Presenta una gran tolerancia a un amplio tipo de suelos, se adapta muy bien a suelos livianos de baja fertilidad y alta saturación de aluminio debido a su sistema radicular profundo. Debido a sus tallos rastreros densamente radiculados con raíces largas y fibrosas, forman pasturas densas y firmes, aún en suelos arenosos y secos (Skerman y Riveros, 1992).

Se la utiliza principalmente en pasturas bajo pastoreo directo, para producción de heno y semillas, siendo apropiada particularmente para conservación del suelo contra la erosión hídrica (Saibro, 1980).

Presenta dormancia durante las estaciones con bajos regímenes de temperatura (otoño e invierno) momento en el cual detienen totalmente el crecimiento, iniciando el rebrote en la primavera (Saibro, 1980). Sus estolones protegidos por las vainas de las hojas responden a las temperaturas emitiendo hojas temprano en la primavera (Maraschin, 2001).

Se adapta y crece muy bien en suelos bien drenados, tolerando periodos cortos de anegamiento. Tolerancia a las secas debido a su profundo sistema radicular (Saibro, 1980).

Si bien esta especie soporta pastoreos frecuentes e intensos hasta continuos, siendo en esos casos y en campo natural una de las gramíneas que más contribuye (Millot, 1991), se promueve con pastoreos entre 15 cm de altura de ingreso hasta 5 cm de salida, en los cuales es capaz de demostrar altos niveles de producción (Boggiano, 2000).

El cultivar utilizado fue Pensacola, que presenta una hoja estrecha pero menos vellosa que otros cultivares. Produce semillas más pequeñas pero en mayor cantidad que otros (Skerman y Riveros, 1992).

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

2.1.5 Lotus corniculatus

Es una leguminosa perenne estival con crecimiento a partir de corona, con tallos normalmente erectos. Posee un sistema radicular formado por una raíz pivotante y ramificaciones laterales que le confieren gran resistencia a las deficiencias hídricas (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Se trata de una especie que tiene un amplio rango de adaptación a variadas condiciones de suelo con, buenas producciones de forrajes (Formoso y Allegri, citados por Formoso, 1993), ausencia de riesgo de meteorismo (Seaney y Henson, Marten y Jordan, citados por Formoso, 1993), menores requerimientos de fosforo que trébol blanco y rojo para obtener altas producciones de forraje y buen valor nutritivo durante su estación de crecimiento (Puig y Ferrando, citados por Formoso, 1993).

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 (Carámbula, 2007a).

Esta especie por sus características morfológicas, 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 esta disposición de los tallos determina que las hojas más nuevas se encuentren en la parte superior del canopeo susceptibles a ser removidas por el diente animal, determinando en la mayoría de los casos que el área foliar remanente luego del pastoreo sea nula o de muy baja capacidad fotosintética, por lo tanto el rebrote en gran parte es dependiente de las reservas acumuladas previamente (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Para que se den condiciones de alta producción y persistencia de esta especie el manejo recomendado sería, primavera-verano con frecuencia de 20-

25 cm y otoño 10-12 cm e intensidad de entre 3-6 cm (Formoso, 1996). Esta especie se ve favorecida por un manejo intenso en otoño, que permita la entrada de la luz a los horizontes más profundos para cuando mejoran las condiciones hídricas y disminuya la temperatura, posibilite la reinstalación de nuevas plantas y rebrote desde 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).

El descenso en la producción de forraje luego del segundo año de vida se explica por la disminución del número de plantas ocasionada por lesiones en raíz y corona provocadas por diversos organismos. Además de disminuir la producción de forraje al avanzar la edad, también se concentra cada vez más en el período estival (Formoso, 1993).

En particular para lograr buena persistencia hay que permitirle semillar para lograr un buen reclutamiento otoñal de plantas y así reemplazar aquellas que han muerto (Pereira, 2007).

Según Diaz Lago et al. (1996), la tasa de crecimiento máxima ocurre en primavera rondando los 40 kg MS/ ha/ día, en el segundo año de vida.

En el Uruguay el cultivar San Gabriel se caracteriza por presentar una capacidad continua de producción de forraje durante todo el año. El periodo invernal de menor potencial de producción de forraje probablemente se explique parcialmente por la ocurrencia de temperaturas infra-óptimas para la fotosíntesis neta y no por activación de mecanismos de latencia (Formoso, 1993).

Evaluaciones realizadas por Formoso (1993) señalan para el cultivar San Gabriel, una distribución estacional de 40, 14, 10 y 36 por ciento de la producción, para verano, otoño, invierno y primavera respectivamente, en el segundo año de vida.

Dentro de los cultivares de *Lotus corniculatus* evaluados por INIA-INASE periodo 2011, San Gabriel reportó valores de producción durante el segundo año de vida cercanos a 8500 kg MS/ha de producción acumulada, promedio de siembras de 2006, 2007, 2008 y 2010 (INASE, 2012).

2.1.6 *Medicago sativa*

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 periodo respectivamente (Rebuffo, 2000).

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_2 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).

Esto coincide con el manejo planteado por Carámbula (2007a), de que la alfalfa se adapta perfectamente al pastoreo rotativo con el cual se favorece una acumulación eficiente se reservas en la corona.

La utilización de alfalfa en mezclas con festuca, dactylis o cebadilla es una tecnología ampliamente aceptada y difundida entre los productores

argentinos desde hace muchos años. Dicha asociación tiene ventajas desde el punto de vista del enmalezamiento y el riesgo de meteorismo (Formoso, 2000a).

Como se mencionó anteriormente, 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 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).

En otras palabras, el grado de reposo invernal o latencia indica el periodo en el que la alfalfa no produce, ya que las variedades de diferentes grupos inician y finalizan el reposo con distintos umbrales de temperatura y longitud del día en el período de otoño/invierno. Este es uno de los aspectos más relevantes de las características varietales, ya que determina la distribución estacional de forraje y en particular el potencial de crecimiento con bajas temperaturas (Rebuffo, 2000).

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 entorno a 11800 kg MS/ha (INASE, 2012).

2.1.7 Trifolium repens

Es una leguminosa perenne, de ciclo invernal pero su mayor producción se registra en la primavera. Por su alta producción de forraje de excelente calidad, adaptación a competir con gramíneas perennes y a la vez cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar excelentes pasturas mezclas (Carámbula, 2007a).

El trébol blanco tiene características que le hacen elevar la calidad de todas las pasturas en las cuales se lo incluya. Es una de las leguminosas con mayor digestibilidad y aceptabilidad, también presenta un alto valor nutritivo y

gran potencial de fijación de nitrógeno. Sin embargo en primavera, época favorable para el crecimiento el riesgo de meteorismo es elevado (Langer, 1981). Debido a esta desventaja de la especie, cuando es utilizado para uso pastoril se siembra con una gramínea que presenta similar ciclo de producción, para de esta forma generar una oferta de forraje balanceada minimizando el riesgo de meteorismo.

Su hábito de crecimiento estolonífero, es una característica muy valiosa en una planta que se utiliza en praderas sometidas a un pastoreo intenso, se extiende por la superficie del suelo produciendo raíces adventicias en cada nudo (Langer, 1981), sumado a otras características tales como, índice óptimo de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas viejas ubicadas en el estrato superior. Con esta disposición las hojas viejas son removidas con el pastoreo y el remanente está compuesto por hojas jóvenes con alta capacidad fotosintética. El trébol blanco no es de floración terminal por lo que aunque florezca el estolón sigue creciendo, pero bajo pastoreo frecuentes e intensos pierde su habilidad competitiva (Carámbula, 2007a).

Defoliaciones frecuentes y severas resultan en pecíolos y entrenudos más cortos, se reducen las ramificaciones, consecuencia de que el contenido total de carbohidratos disponible disminuye (Jones y Davies, citados por Frame, 1996).

Pastoreos poco frecuentes tienen doble efecto sobre esta especie dependiendo de la densidad de la especie acompañante en la mezcla. Si la misma es muy densa, disminuye la entrada de luz a los estratos más bajos de la pastura, reduciendo el número de puntos de crecimiento y disminuyendo los contenidos totales de carbohidratos en la planta. De lo contrario si la densidad de la especie acompañante es baja y el periodo entre defoliaciones es largo, hay una acumulación en los estolones de carbohidratos totales disponibles (Frame, 1996).

El cultivar de *Trifolium repens* utilizado en el ensayo fue Estanzuela Zapicán. El mismo tuvo su origen en clones de trébol blanco Selección Santa Fe. Este cultivar original, introducido hace varias décadas al país desde la provincia Argentina de Santa Fe, ha sido multiplicado en la zona de influencia de La Estanzuela y parte del litoral sur-oeste. Desde 1965 y hasta la fecha se le conoce con el nombre de Estanzuela Zapicán y ha sido incluido en el registro

de forrajeras certificadas que realiza el Servicio de semillas de La Estanzuela (Pristch, 1976).

Estanzuela Zapicán presenta un buen aporte invernal de forraje, produce muy bien desde otoño hasta mediado de la primavera. Además de presentar una muy buena sanidad (Diaz, 1995), dicho cultivar registró producciones en su segundo año de vida entorno a 8400 kg MS/ha, promedio de siembras de 2009 y 2010, superando a todos los cultivares evaluados en el periodo 2011 (INASE, 2012).

2.2 MEZCLAS FORRAJERAS

Las mezclas forrajeras están integradas por especies de gramíneas y leguminosas por lo general perennes. Como consecuencias de esta asociación, se produce un proceso de interferencias que puede tener diferentes resultados tales como una mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio o falta total de interferencia (Carámbula, 2007b).

Algunas de la 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 de interanual, ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Schneiter, 2005).

Una mezcla forrajera, debe tener como objetivos producir altos rendimientos de materia seca de elevado valor nutritivo, durante varios años. Es importante además que la producción anual esté uniformemente distribuida. El logro de dichos objetivos presenta limitantes, atribuidas principalmente a la variación estacional de los parámetros climáticos y una consecuente desuniformidad de las condiciones ambientales para el crecimiento de las plantas, según Santiñaque (1981).

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) y el sistema de producción.

Es así que la respuesta en producción anual y estacional de una mezcla, dependerá de las especies sembradas y del ambiente al que sean sometidas durante su crecimiento y desarrollo. Adicionalmente el efecto ambiente puede verse modificado mediante la defoliación y el uso de insumos como fertilizantes, herbicidas con lo que también puede controlarse en parte la composición y producción de las pasturas (Schneiter, 2005).

Otro factor importante es la competencia entre las especies, que según Santiñaque (1979), 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 competencia.

Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa ambas de ciclo invernal o estival, se puede citar como ejemplo; Festuca-Trébol blanco (invernales) o Paspalum-Lotus (estivales).

Las mezclas simples consisten en una mezcla ultra simple mas una gramínea o leguminosa de ciclo complementario, teniendo como ejemplo Festuca-Trébol blanco-Lotus. Según Langer (1981), utilizando mezclas simples de 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, si lo comparamos con las mezclas complejas.

Por último las mezclas complejas, las cuales pueden ser de ciclos similares (varias gramíneas y leguminosas del mismo ciclo) o de ciclos complementarios (dos gramíneas y dos leguminosas de ciclo diferentes). Existiendo como ejemplo, para el primer caso Festuca-Falaris-Trébol blanco-Trébol rojo y para el segundo Lotus-Paspalum-Festuca-Trébol blanco. Se las clasifica como mezclas de difícil establecimiento y manejo. Langer (1981) plantea que es virtualmente imposible proveerle condiciones de establecimiento y manejos óptimos para todas las especies, provocando que algunas desaparezcan pronto.

2.2.1 Importancia de la mezcla de especies

Dentro de las especies forrajeras, tanto 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).

Respecto a lo anterior, Donald, citado por Santiñaque (1981) sostuvo que una combinación de especies no necesariamente es más eficiente en utilizar los recursos que las mismas especies sembradas puras, haciendo referencia a estudios de mezclas de gramíneas templadas en ambientes templados, y gramíneas tropicales en ambientes subtropicales. Jones et al., citados por Santiñaque (1981), afirman que en el caso anterior las especies fueron competitivas más que complementarias. Esto sugiere ventajas a favor de la mezcla de especies complementarias en un mismo ambiente.

Harris y Lazenby (1974), mencionan que la condición necesaria para que una mezcla ultrasimple (gramínea mas 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.

Carámbula (2002) reafirma que las mezclas de especies estivales e invernales pueden resultar más productivas que mezclas simples estacionales sembradas separadamente. Como indica Santiñaque (1981) la producción total de las mezclas complementarias supera significativamente la de las mezclas invernales y estivales.

Cabe resaltar entonces que las ventajas asociadas a las mezclas no implican necesariamente que las especies rindan más dentro de la mezcla que sembradas puras, ya que estas permiten un manejo ideal para cada una de ellas, pero es también cierto que las mezclas permiten una utilización más eficiente del medio ambiente (Fariña y Saravia, 2010), más aún si los ciclos de las especies que la componen son diferentes (Carámbula, 2007b).

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.

Finalmente, 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.

2.2.2 Componentes de la mezcla

Las gramíneas en la mezcla aportan: productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de poblaciones, explotación total del nitrógeno simbiótico, estabilidad en al pastura, baja sensibilidad al pastoreo y corte, baja susceptibilidad a enfermedades y plagas y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas (Carámbula, 2004).

Las leguminosas por su parte, aportan: nitrógeno a las gramíneas, son poseedoras de alto valor nutritivo para completar la dieta animal, y son promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres, así como degradados por un mal manejo (Carámbula, 2004).

Según Zanoniani y Boggiano², la cantidad de nitrógeno fijado en los nódulos de las leguminosas no es suficiente para cubrir sus propias necesidades durante el primer año y los inviernos, por lo cual se descarta la capacidad de ofrecérselo a las gramíneas en la mezcla.

Para nuestro país, las condiciones climáticas permiten el crecimiento de una gama importante de plantas forrajeras, incluyendo especies de gramíneas de tipo templado como de tipo subtropical (Carámbula, 1997). Entrarían por ejemplo dentro del primer grupo las de los géneros *Lolium*, *Festuca*, *Dactylis* y *Agropyro* y en el segundo *Paspalum*, como alternativas forrajeras para su inclusión en mezclas.

Presentan marcadas diferencias entre los dos grupos de gramíneas tanto en características de crecimiento y desarrollo, como atributos de calidad, según Carámbula (1997). En cambio al comparar con leguminosas, tanto las que

² Boggiano, P.; Zanoniani, R. 2011. Com. personal

crecen en regiones templadas como tropicales presentan mayor calidad y consumo que cualquiera de los dos grupos de gramíneas.

Actualmente es poco común el uso de gramíneas perennes estivales posiblemente debido a que poseen un contenido de energía neta, proteína cruda y fósforo menor que las gramíneas perennes invernales. Estas características afectan notablemente las producciones animales. Pero por otro lado su uso puede beneficiar la persistencia y productividad de la pastura ya que deprime el establecimiento de las malezas en el verano (Carámbula, 2007b).

Dentro del 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).

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).

Como otra alternativa de inclusión de una leguminosa de crecimiento estival en las mezclas forrajeras complementarias, se utiliza la alfalfa.

Su asociación con gramíneas templadas, posiblemente no contribuya a incrementar la producción total de forraje, pero es una alternativa para mejorar la curva de oferta forrajera invernal respecto a la alfalfa pura (Kloster et al., 2003). Formoso (2000a) señala que esa igualdad en producción de forraje total entre la alfalfa pura y en mezclas con gramíneas perennes ocurre en general en los primeros dos a tres años de la pastura, pero puede alcanzar registros de 10 a 40% superiores, del cuarto año en adelante, muy relevantes agrónomicamente.

Además las gramíneas permiten alargar la vida útil de la pastura cuando se registran condiciones desfavorables para la persistencia de la alfalfa (Scheneiter y Bertín, citados por Otondo et al., 2008). Otra ventaja de su utilización en mezclas con gramíneas se produce una vez que la capacidad de fijación de nitrógeno suplementa el nitrógeno necesario del sistema (Dall' Agnol y Meredith Scheffer-Basso, 2001).

La incorporación de mezclas base alfalfa en la cadena forrajera de los sistemas de invernada aporta una alta producción de forraje de calidad en verano, permitiendo una terminación eficiente de los animales a campo con buenas ganancias de peso (Otondo et al., 2008). Relacionado a esto, Dall' Agnol y Meredith Scheffer-Basso (2001) afirman que las ventajas de la asociación están principalmente relacionadas a la reducción del riesgo de meteorismo, y además control de malezas.

2.2.3 Dinámica de las mezclas

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).

En mezclas de alfalfa con gramíneas perennes, en general los aportes al rendimiento total de la asociación de la gramínea perenne son bajos durante los primeros dos a tres años, razón por la cual, las producciones de forraje de la mezcla son explicadas mayoritariamente por la alfalfa. Luego al incrementarse el nivel de nitrógeno del suelo proveniente de la alfalfa, las gramíneas comienzan a ocupar espacios vacíos (Formoso, 2000a).

Carámbula (2004), en la búsqueda de un buen balance entre gramíneas y leguminosas, cuando aumentan las primeras en detrimento de las leguminosas se produce una disminución de la producción animal. Cuando el aumento es de las leguminosas se da lo contrario en cuanto a la producción animal, pero se corren serios riesgos de meteorismo. Una forma de variar las proporciones de las diferentes especies en una pastura es a través de un manejo eficiente de la luz, resultado de la defoliación. Por lo tanto, con defoliaciones frecuentes se ven favorecidas la mayoría de las leguminosas, ya que las aéreas foliares menores absorben mayor cantidad de energía que las gramíneas.

2.3 EFECTOS DEL PASTOREO

2.3.1 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 (Smetham, citado por Agustoni 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 de tejido bruto, el consumo animal, y la senescencia foliar) proporciona una base racional para optimizar el manejo del pastoreo (Parsons y Penning, 1988).

Éste último debe ser dirigido a mantener las condiciones ideales para que la pastura produzca el máximo de forraje con el mínimo de pérdidas de recursos naturales, favoreciendo a la vez el mejor comportamiento animal (Carámbula, 2004). Por lo tanto, implica la combinación exitosa de dos sistemas biológicos muy diferentes pero interdependientes, plantas y animales (Fariña y Saravia, 2010).

Un buen manejo 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, 1991).

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

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).

2.3.2 Parámetros que definen el pastoreo

2.3.2.1 Intensidad

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 (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 Chilibroste (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.

Escuder, citado por Cangiano (1996), agrega que para obtener la máxima producción por hectárea debe evitarse pastoreos severos que provoquen disminuciones importantes en el crecimiento de las pasturas. Pero de todos modos éstos deben ser lo suficientemente intensos para tener una eficiencia de cosecha elevada y disminuir de esta forma las pérdidas por senescencia, reafirmando lo anterior.

Para evitar inconvenientes y como recomendación general, las especies prostradas pueden ser pastoreadas en promedio hasta 2,5cm y las erectas entre 5 y 7,5 cm. De no operarse así, se pueden causar daños irreparables (Carámbula 2002, Agustoni et al. 2008, Foglino y Fernández 2009).

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.

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.

Por último, relacionando la intensidad con la producción animal, Soca y Chilibroste (2008) sugieren que si bien al dejar menores remanentes disminuye la producción de forraje y el consumo animal en consecuencia, las caídas en performance individual fueron más que compensadas por el número de animales. De todos modos, se encontró que incrementos en la altura de

defoliación llevan a mejoras en la tasa de crecimiento de forraje y las ventajas son mayores en rendimiento acumulado de forraje.

2.3.2.2 Frecuencia

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

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

Cada especie tiene un período de crecimiento limitado, y cuanto mayor sea el número de cosechas (pastoreos o cortes) menor es el tiempo de crecimiento entre dos aprovechamientos sucesivos, y por lo tanto menor será la producción de forraje de cada una de ellas (Carámbula, 2004). La frecuencia de defoliación constituye entonces una variable que, asociada a las características genéticas de las especies combinadas, determina el resultado productivo (Moliterno, 2002).

Se puede definir el tiempo entre dos pastoreos sucesivos mediante la altura disponible del forraje al ingreso de los animales. Para Hodgson (1990) la altura de la pastura es el indicador más útil para los propósitos de manejo, siendo esta la variable más simple para predecir la respuesta, tanto de la pastura como del animal.

Según Fulkerson y Slack (1995), el número de hojas puede ser otro criterio conveniente para determinar el momento apropiado para pastorear, ya que se basa en el desarrollo morfológico, el cual integra muchas variables ambientales y de manejo.

Los resultados del trabajo de Fulkerson y Slack (1995) indican la conveniencia de no sobrepasar las tres hojas, a tres hojas y media de rebrote entre dos pastoreos, ya que luego de este punto, la hoja más vieja comienza a morir. Esto no sólo permite expresar el potencial de rebrote en ése ciclo de crecimiento, sino también en el próximo (Formoso, 1995).

En sinergia con lo anterior Nabinger (1998), Carámbula (2002), señalan que la cantidad de hojas para permitir la entrada varía entre 2,5-3,5 hojas, dependiendo de la especie a pastorear. Así se evita la pérdida de calidad y disminuye el desperdicio (Fulkerson y Slack, 1995).

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).

Entonces, si el intervalo entre dos pastoreos sucesivos depende de cada especie en particular o de la composición de la pastura y de la época del año en que aquella se encuentre, el elemento que determinará la longitud del período de crecimiento será la velocidad de la pastura en alcanzar el volumen adecuado de forraje, aspecto que será determinado en teoría por el IAF óptimo (área foliar capaz de interceptar el 95% de la luz incidente) (Carámbula, 2004).

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.

Relacionado a la intensidad, cuanto más corta sea defoliada una pastura, mayor será el período transcurrido antes de que ésta alcance el IAF crítico (Brougham, 1956), alargando el período entre dos aprovechamientos sucesivos.

Al someter al raigrás perenne a una intensidad de corte de 5cm cada 2 semanas, el intervalo entre defoliaciones (frecuencia) fue tan corto que no permitió reponer las reservas de carbohidratos ubicadas en raíces y pseudotallos usadas para el rebrote, debido a que el área foliar, que es la principal fuente para el proceso de fotosíntesis, no alcanzó su óptimo (Matthew, citado por Velasco et al., 2005).

En pasturas con IAF óptimos bajos, como aquellas dominadas por tréboles, es posible realizar un 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) (Brougham, citado por Agustoni, 2008).

Por otra parte, los pastoreos demasiado frecuentes generan una disminución del nivel de reservas y el peso de las raíces, esto genera menor producción de forraje y rebrotes más lentos. Las disminuciones de las reservas debilitan las plantas aumentando su susceptibilidad al ataque de enfermedades y muerte (Formoso, 2000b).

En cambio, si las pasturas son sometidas a periodos prolongados de descanso su rendimiento relativo es mayor explicado por la oportunidad de reaprovisionar sus reservas, comparado con las mismas sometidas a periodos de descanso corto o pastoreos continuos (Langer, 1981).

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

Sin lugar a dudas que el pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies integrantes de las comunidades vegetales. Esta incidencia va a depender básicamente de la especie animal y de la densidad de carga que soporta la pastura (Brancato et al., 2004).

Teniendo en cuenta que en las pasturas el verdadero rendimiento económico está constituido por macollas, tallos y hojas, es fundamental conocer los eventos que se suceden en la formación de estos componentes del

rendimiento y los efectos que pueden ejercer diferentes factores sobre los mismos (Carámbula, 2002).

Zanoniani (1999), propone colocar las plantas en condiciones similares de competencia por los recursos, y luego de su pastoreo permitirles su recuperación. Para poder cumplir con las metas antes mencionadas debe descartarse el pastoreo continuo tradicional sin regulación de carga y se toma al pastoreo rotativo como la opción correcta.

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

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).

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

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 fotosintetizante 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 trébol blanco y el trébol subterráneo, 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).

La eliminación de los estratos de tejidos meristemáticos, retrasa el restablecimiento de área foliar debido a que el rebrote tiene que venir a partir de yemas axilares (Briske, citado por Cullen et al., 2006). Sin embargo, para los pastos adaptados al pastoreo, esto es en general sólo un problema cuando entran en desarrollo reproductivo (Chapman y Lemaire, 1993), ya que exponen los meristemas durante la encañazón.

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

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.

2.3.4 Efecto sobre la fisiología de las plantas

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).

2.3.4.1 Efecto 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).

Es así, que el pastoreo modifica las tasas de los principales procesos fisiológicos de las plantas. Por ejemplo, las tasas fotosintéticas pueden disminuir a menor ritmo que las tasas de senescencia foliar. Esto tendría como resultado mayor duración del área foliar del rebrote (Parsons y Penning, 1988).

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).

Estudios previos con raigrás perenne han mostrado una alta correlación entre el nivel de carbohidratos solubles al momento de la defoliación y el crecimiento subsecuente (Donaghy y Fulkerson, 1998).

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).

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

De este modo, 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).

Una vez expandida una hoja, disminuye su eficiencia fotosintética a media que envejece. Este aspecto puede ser muy importante en pasturas mal manejadas donde la falta de luz, por una densidad excesiva de la trama o canopia, puede provocar la muerte anticipada de hojas maduras, y su rápida descomposición, con la consiguiente pérdida de materia seca (Carámbula, 2002).

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).

Las reservas de carbohidratos resultan ser determinantes de la resistencia a las temperaturas frías del invierno y a las temperaturas altas al avanzar la primavera hacia el verano. De ello se deduce que cualquier manejo inicial de las plántulas que promueva bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones ralas y débiles (Carámbula, 2002).

En el estudio llevado a cabo por Davidson y Milithorpe, citados por Schnyder et al. (2000), se determinó que la defoliación puede causar una rápida y drástica disminución en la tasa de expansión de hojas. En el caso de *Lolium perenne*, esta reducción fue asociada con un decrecimiento en el largo de la zona de crecimiento, debido al cese en la expansión celular, y, a una reducción en la producción de células.

2.3.4.2 Efecto sobre la utilización del forraje

La eficiencia de utilización de forraje en un sistema de pastoreo puede ser definida como la proporción del tejido foliar producido que es removido por los animales antes de entrar en el estado de senescencia (Chapman y Lemaire, 1993).

La utilización de la pastura depende de la frecuencia y severidad de defoliación, así como también de las características estructurales de la misma.

Cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, una mayor proporción de material verde puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la cosechable aumenta. El manejo que se haga de la pastura interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura determinando la fracción cosechable de la misma. Esto es importante para establecer estrategias de pastoreo, considerando el intervalo de aparición foliar y el número de hojas vivas por macollo, y teniendo en cuenta el tiempo de descanso óptimo para cada especie en particular (Chapman y Lemaire, 1993).

En la mayoría de las pasturas, hay una gran cantidad de forraje que nunca se consume y eventualmente decae. Los sistemas de pastoreo continuo tradicionales pueden llegar a usar solo el 30-40% del forraje disponible, perdiéndose el resto por sobre maduración o muerte. La mayor parte de esta pérdida ocurre por cargas inadecuadas o durante periodos de crecimiento rápido, cuando existe un exceso en relación a la demanda que el ganado realiza. El acortamiento de los periodos de pastoreo de siete a tres días, aumenta la utilización del 50-65%; a dos días de 55-70%; y a un día entre el 60-70% (The Stockman Farmer, 2000).

Con referencia a la utilización de forraje, Zanoniani et al. (2006b) detectaron una relación lineal con la intensidad de pastoreo, aumentando al reducir la altura del remanente.

A diferencia de otros aspectos analizados en ítems anteriores, la utilización del forraje no va a depender del tipo de pastoreo (continuo vs. rotativo) sino que va a depender de la vida media de las hojas de la pastura y de los niveles de nitrógeno que tengan disponibles la pastura para su buen crecimiento (Nabinger, 1998).

Resulta crucial entonces, conocer la vida media de las hojas de la pastura, determinar la intensidad de pastoreo, y por sobre todo conocer el comportamiento ingestivo y capacidad de consumo de los animales, para obtener buenas utilidades.

2.3.4.3 Efectos sobre la morfología y estructura de las plantas

La morfología como la estructura de una planta son modificadas por efectos del pastoreo, es así que existe una estrecha relación entre, densidad de macollos y el peso de los mismos en la pastura (Hodgson, citado por García et al., 2005).

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

La población de macollos presente por metro cuadrado se va 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.

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

El crecimiento de trébol blanco 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, 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).

Brougham (1956), sostiene que pastoreos severos conducen, a una disminución en el tamaño de las hojas lo cual conduce a una menor eficiencia de las mismas, terminando en un menor tamaño de planta. Un tamaño de planta reducido no solo puede afectar negativamente su producción individual, sino también su supervivencia en condiciones adversas (seca), compitiendo con gramíneas.

El intervalo entre cortes sobre trébol blanco 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.

Avendaño et al. (1986), trabajando sobre una pradera naturalizada, encontró que las gramíneas de porte alto fueron preferidas y defoliadas en mayor grado durante el pastoreo, lo que estaría dado por su mayor aporte en los estratos superiores. Así mismo no se observaron diferencias en la presencia

de especies de bajo porte a diferentes tipos de presiones de pastoreo, siendo esto un indicativo de su gran adaptación a diferentes tipos de manejo. Estos tratamientos provocaron que en aquellos manejos de mayor intensidad el 87% de la materia seca se concentrara en el estrato inferior (0-5cm), para los de menor intensidad en este estrato solo se encontraba el 67%.

2.3.4.4 Efectos sobre la composición botánica

Heitschmidt (1984) sostiene, que la frecuencia e intensidad de pastoreo genera un cambio en la composición botánica, como por ejemplo, sobre la morfología de las especies.

Cambios en la composición botánica debidas a cambios en el manejo son lentos en ocurrir, mientras cambios en la estructura vertical de la pastura son evidentes en menor tiempo (Barthram et al., 1999).

Según Carámbula (2004), la búsqueda del buen balance entre gramíneas y leguminosas se basa en que al aumentar la proporción de 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 contribuyen a la pastura. Así, si bien las leguminosas se ven favorecidas con defoliaciones frecuentes explicado porque estas especies con aéreas foliares menores absorben más energía que las gramíneas, y en general estas últimas ven favorecido su crecimiento con defoliaciones poco frecuentes.

Por otra parte, Johns (1974), reportó trabajando con pastoreos aliviados sobre trébol blanco que un incremento de la altura de corte (5-9cm), reducía el contenido de trébol blanco en las pasturas resultado del incremento en el tamaño del área rechazada por los animales, aumentando el sombreado y reduciendo la ramificación. En cambio con pastoreos más frecuentes, el trébol blanco aumento su producción.

Gardner et al., citados por Olmos (2004), encontraron que la utilización frecuente del forraje resultó en menores rendimientos de materia seca, mayor invasión de malezas y mayor superficie con suelo desnudo.

2.3.4.5 Efectos sobre la persistencia

Cualquier manejo de pastoreo que promueva bajas cantidades de reservas de carbohidratos solubles, conducirá a poblaciones ralas y débiles. Esto es explicado porque las reservas de carbohidratos de las plantas son los determinantes de la sobrevivencia de estas a las bajas temperaturas invernales y las elevadas de fin de primavera (Carámbula, 2002).

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.

Mediante pastoreos severos en época de floración sobre gramíneas perennes, permitirá controlar severamente el desarrollo de las inflorescencias y los efectos nocivos que acompañan este proceso desaparecen, por lo que la pastura se recuperará fácilmente por su continuo macollaje. Esto promueve el crecimiento vigoroso de los macollos vegetativos existentes y la aparición de los nuevos macollos, lo cual permitiría asegurar la sobrevivencia de un número suficiente de ellos a través de sistemas radiculares más amplios, necesarios para garantizar un buen rebrote y un buen potencial para los meses siguientes (Carámbula, 2002).

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 perecederos 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).

2.3.4.6 Efectos sobre la calidad

Conforme avanza el ciclo de vida de las plantas (pasan de estado vegetativo a reproductivo), las hojas, principal componente de calidad, contribuyen en una menor proporción al rendimiento de materia seca digestible. A su vez los tallos e inflorescencias aumentan en forma progresiva, por lo que dado su menor valor nutritivo, la calidad de la pastura desciende (Carámbula, 1997).

Carámbula (2004), sostiene que el mayor potencial nutritivo de las leguminosas frente a las gramíneas se debería a que las leguminosas poseen menor concentración de pared celular, una digestibilidad más rápida de la materia seca y por consiguiente un menor tiempo de retención de la ingesta que conduce a un mayor consumo.

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. De esta manera se alcanzarían digestibilidades del orden de 65 a 75% de digestibilidad, explicado por la menor proporción de pared celular de las hojas y el alto contenido celular (Munro y Walters, 1986).

2.3.5 Efectos del pastoreo sobre la performance animal

Mott (1960), considera la carga animal como la principal variable de manejo que afecta el resultado físico-económico del ecosistema pastoril y de la persistencia productiva de la pastura sembrada. El efecto de la carga animal se expresa a través de la presión de pastoreo. Según Escuder, citado por Cangiano (1996), para lograr altas eficiencias de conversión del pasto en producto animal, implica un ajuste de la carga animal y el método de pastoreo con el crecimiento de las pasturas.

Lemaire y Chapman, citados por Chilibroste et al. (2005), sostienen que altas presiones de pastoreo pueden causar reducción en la tasa de crecimiento de las pasturas por su efecto negativo sobre la morfogénesis y estructura de las plantas. Así mismo el aumento de la presión de pastoreo evita la acumulación de restos secos que afectan de forma negativa la tasa de crecimiento de las pasturas.

Mott (1960) sostiene que cuando en un sistema se mantienen cargas bajas la producción por animal es alta, pero aumentos sucesivos de la carga a partir de determinado momento provoca, disminución en la ganancia individual. Esto se explica porque a disponibilidad de forraje comienza a limitar el consumo por animal e incrementa la actividad de pastoreo por unidad de forraje consumido. La producción por hectárea aumenta dentro de ciertos rangos ya que la tasa de incremento en la carga es mayor que la tasa de disminución en la producción por animal.

Usualmente la performance animal aumenta de forma decreciente conforme aumenta la asignación de forraje, esto refleja la influencia de la misma sobre la cantidad de forraje consumido (Jagusch et al., Rattray et al., citados por Hodgson, 1990). El consumo máximo se registra cuando la asignación es tres o cuatro veces mayor a la cantidad consumida pero el consumo comenzara a disminuir cuando la asignación de forraje es dos veces menos que el consumo.

La reducción de la asignación de forraje también podría disminuir la digestibilidad del forraje consumido (Geenty y Sykes, citados por Hodgson, 1990), pero esta reducción genera un impacto menor que el causado por la limitación directa al consumo. Según Agustoni et al. (2008), animales sometidos

a bajas asignaciones, tienen limitada la posibilidad de seleccionar la dieta, consumiendo mayor cantidad de forraje de menor calidad, deteriorando la performance individual. Si bien los animales manejados a bajas asignaciones hacen una mayor utilización del forraje, estos tienen mayores gastos energéticos en los procesos de cosecha, búsqueda y digestión del forraje consumido.

Según Hodgson (1984), variaciones en las condiciones de las pasturas y la asignación de forraje influyen en el rendimiento y en el valor nutritivo de forraje consumido de los animales. En otros estudios realizados por el mismo autor sobre la relación planta-animal en pastoreo, se demuestra que la estructura de la pastura no altera solamente la productividad de la misma sino que también determina la utilización del forraje, en conjunto con el comportamiento animal (Hodgson, 1990).

En condiciones de pastoreo el consumo puede ser expresado como el producto de la tasa de consumo (g/minutos) y el tiempo de pastoreo efectivo (minutos). La tasa de consumo a su vez puede ser descompuesta como el producto entre la tasa de bocados (bocados /minuto) y el peso de cada bocado individual, según Chilibroste (1998).

El peso de cada bocado se compone del volumen de forraje cosechado por el animal y la densidad del horizonte de pastoreo. El volumen cosechado en un bocado individual va a ser resultado de la profundidad de pastoreo (plano vertical) y del área que animal es capaz de cubrir con la lengua (Chilibroste, 1998). A su vez el peso de bocado está relacionado en forma directa con la altura inicial de la pastura (Hodgson, 1984).

Cuando la disponibilidad de forraje se ve reducida, el peso de bocado disminuye, por lo que los animales tienden que aumentar el tiempo de pastoreo. El aumento de esta actividad trae como consecuencia mayores gastos de energía lo cual puede producir deficiencias en las ganancias de peso de los animales, aún con igual consumo de forraje de similar digestibilidad (Kemp y Dowling, 2000).

2.4 PRODUCCIÓN ANIMAL

2.4.1 Aspectos generales de la producción animal

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 producción animal en pastoreo depende de la cantidad y de la calidad del forraje producido, así como también de la eficiencia de utilización del mismo, el cual depende de que proporción de la oferta consumida y por la digestibilidad de esa porción (Raymond, 1964).

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 eficiente la materia seca disponible si el consumo es algo restringido (Hutton, citado por Smethan, 1981).

2.4.2 Relación entre consumo-disponibilidad-altura

Varios autores coinciden en la existencia de una relación positiva entre la disponibilidad de forraje y el consumo del animal en pastoreo (Chacon et al., Jamieson y Hodgson, Dougherty et al., Greenhalgh et al., citados por Agustoni et al., 2008). En diferentes trabajos se constató la existencia de una relación positiva entre ganancia de peso vivo y disponibilidad de forraje (Chacon et al., Marsh, Jamieson y Hodgson, citados por Agustoni et al., 2008).

Chilibroste et al. (2005), determinó sobre una pastura de *Festuca arundinacea* que la carga animal afecta la ganancia diaria de peso vivo, mostrando mejor desempeño aquellos animales que estuvieron sometidos a mayores cargas durante todo el período llegando a ganancias diarias de 1,17 y 1,06 kg/animal/día. Esto se explica a que las mayores cargas los animales acceden a menor cantidad y altura de forraje, con inferior porcentaje de restos

secos lo que permite inferir que la estructura de la pastura favoreció un mejor consumo de nutrientes digestibles.

Por lo tanto, podemos afirmar que en cultivos puros de festuca la carga animal repercute en la estructura y en la tasa de crecimiento de la pastura, aumentos en la carga terminan en mayor producción de carne y en una menor cantidad, altura y proporción de restos secos del forraje (Chilibroste et al., 2005). Contrariamente Almada et al. (2007), Agustoni et al. (2008), trabajando con mezclas de Raigras perenne encontraron una relación negativa entre altas cargas (2% OF) con ganancia individual.

En pasturas en estado vegetativo o estado reproductivo temprano, el tamaño de bocado se incrementa al incrementarse la altura (Arias et al. 1990, Forbes 1998) siendo este componente principal del comportamiento ingestivo en pastoreo que influye en el consumo (Mursan et al., 1989).

Se ha reportado que alturas bajas en los rechazos presentan una elevada proporción de restos de material muerto y de tallos con alto contenidos de carbohidratos estructurales por lo tanto menor digestibilidad, causando una disminución del consumo voluntario y en la calidad de la dieta de los animales en pastoreo. Como consecuencia de esto los animales que dejan alturas de rechazos menores tendrán menores ganancias de peso vivo que aquellos que se los retire dejando una altura mayor del forraje residual (Blaser et al., Nicol, citados por Bianchi, 1982).

Al aumentar la presión de pastoreo disminuye la selectividad de los animales y hay una reducción en el peso del bocado, por lo que los animales deben aumentar el tiempo de pastoreo y la tasa de bocado durante el día, viéndose igualmente reducida el consumo efectivo y la producción animal.

2.4.3 Relación asignación de forraje-consumo

Hodgson (1984) asegura que la asignación de forraje (kg MS/100 kg PV) es uno de los factores más importantes que afecta el consumo en pastura y uno de los más manejables cuando se pretende manejar el pastoreo. Pero este se debe manejar considerando que la dotación influye directamente en la utilización del forraje y en la vida productiva de la pastura (Cardozo, citado por Almada et al., 2003).

Al aumentar la carga, la ganancia individual disminuye a causa de una menor selectividad de forraje y menor disponibilidad de materia seca por animal, sin embargo la producción por unidad de superficie aumenta y la máxima productividad se logra con ganancias de peso individuales menores a las que se logran a bajas cargas (Greenhalgh et al., 1966).

Al aplicar diferentes asignaciones de forrajes existen cambios en la calidad de lo que los animales consumen debido a que tiene una menor o mayor posibilidad de selección (Dalley et al., 1999). Wales et al. (1998) encontró que los animales en general seleccionan con altas asignaciones dietas con mayor cantidad de proteína cruda y menores niveles de fibra detergente neutro en relación a bajas asignaciones de forraje.

Dougerthy, citado por Almada et al. (2007), asegura que incrementos en la asignación de forraje de hasta 10 kg MS cada 100 kg PV provocan aumentos en la tasa de consumo de materia seca, incrementos posteriores no provocan aumentos en la tasa de consumo. A bajas asignaciones de forraje se producen reducciones en el consumo como resultado de un incremento en la dificultad de aprehensión e ingestión del forraje (Jamieson y Hodgson, 1979). Alegri (1982) asegura que la producción por animal y por hectárea está determinada fundamentalmente por las variaciones en la disponibilidad, calidad y valor nutritivo de las pasturas, siempre y cuando los factores intrínsecos del animal no sean limitantes.

Agustoni et al. (2008) con animales sometidos a altas asignaciones de forraje con la posibilidad de seleccionar una dieta de alta calidad con un bajo consumo de forraje lo cual le permite tener altas ganancias de PV las cuales estuvieron en torno 1,8 kg/animal/día. En el mismo trabajo, con asignaciones de alrededor del 6% (6 kg MS/100 Kg PV) se obtuvieron producciones de carne entorno a los 550 kg/ha.

En una pastura perenne de primer año pastoreada con novillos Holando, Foglino y Fernández (2009), obtuvieron ganancias de 2 kg/animal/día y una ganancia total de 165 kg/animal en el período analizado con una asignación de forraje de 6% (6 kg MS/100 kg de PV) que es una asignación que se logra buena productividad animal y de la pastura. Estos altos valores de ganancias se deben a la eficiencia de la raza Holando y a que la oferta de forraje no fue limitante. La producción total de carne por hectárea fue de 410 kg.

En otros trabajos se obtuvieron producciones a campo natural de carne por hectárea para asignaciones de forraje de 2,5 % y 5,0% de 107 y 83 kg/ha respectivamente (Carriquiry et al., 2002). Bartaburu et al. (2003) obtuvieron sobre un verdeo de resiembra natural de *Lolium multiflorum* para 2,5 y 5,0% de asignación de forraje 214 y 150 kg/ha respectivamente. Por otra parte Damonte et al. (2004) obtuvo una producción de carne de 9,3 y 62,2 kg/ha para asignaciones de 2,5% y 5,0% respectivamente. Podemos ver diferencias en las producciones de carne a iguales valores de asignaciones, dichas diferencias podrían estar explicadas por las mayores ganancias medias diarias y cargas manejadas en estos experimentos.

Almada et al. (2007) encontraron ganancias diarias de 1,5 kg/animal/día trabajando con asignaciones de forraje del 5,0% llevado a cabo con novillos Holando pastoreando una pradera de primer año compuesta por *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Por otro lado se obtuvieron una producción de 900, 700 y 500 kg/ha de carne con asignaciones de forraje de 4,5%, 7,0% y 9,5% respectivamente.

En relación a las ganancias por hectáreas coinciden los investigadores que hay una relación curvilínea entre la producción por hectárea y el aumento en la presión de pastoreo. El modelo de Mott (1960), predice que los valores negativos de ganancias por animal ocurrirán con un 50% más de animales por encima de la carga óptima, mientras que el modelo lineal afirma que dichas ganancias ocurrirán a cargas mayores al doble que la carga óptima.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Dr. Mario A Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), en el potrero No. 34 (32°22'30,98''S; 58°03'46,0''O) durante el período comprendido entre el 05 de mayo y el 05 de diciembre de 2011 sobre una pradera de segundo año compuesta por cuatro mezclas forrajeras.

3.1.2 Información meteorológica

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

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

En los meses que duró el experimento las precipitaciones fueron muy variadas, siendo setiembre el mes con mayor déficit con tan solo 44,2 mm en todo el mes. En los siguientes meses las precipitaciones estuvieron por encima de la media histórica. Las condiciones hídricas no limitaron la disponibilidad de agua al comenzar el experimento. Estos datos fueron extraídos de la estación meteorológica automática de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni.

3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de Reconocimientos de Suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 el área experimental se encuentra sobre la Unidad San Manuel, correspondiente a la formación geológica Fray Bentos, los suelos dominantes son Brunosoles Éútricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa). En asociación con estos se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

La pradera es de segundo año, la cual fue sembrada sobre un rastrojo de pradera mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y *Agropiro elongatum*, predominando en ésta la última especie mencionada.

La fecha de siembra fue el 30 de mayo de 2010. La densidad de siembra fueron a razón de, 10 kg/ha *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo, 12 kg/ha de *Medicago sativa* cv. Chaná, 15 kg/ha de *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé, 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapicán, 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, 10 kg/ha de *Paspalum notatum* cv. Pensacola, 45 kg/ha de *Paspalum dilatatum*. Se fertilizó con 150 kg/ha de 18:46 a la siembra y 100 kg/ha de urea a mediados de agosto. Se aplicaron 350 cc/ha de Flutmesulam y 1,2 l/ha de Vencewed a mediados de julio del 2010. Posteriormente en abril de 2011 se refertilizó con 100 kg/ha de 18:46 y 100 kg/ha de urea en fines de agosto. En dicha fecha se aplicó además 350 cc/ha de Flutmesulam y 1,2 l/ha de 2-4 DB Vencewed.

3.1.5 Tratamientos

Los tratamientos consistieron en cuatro mezclas:

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

Cada bloque fue pastoreado con 20 terneros, de la raza Holando, con un peso individual promedio de ingreso de 115 kg. Cada tratamiento fue pastoreado con 5 terneros. En dicho periodo se mantuvo una carga promedio de 1,86 UG/ha, correspondiente a un promedio de 742 kg de PV/ha.

El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue cuando la pastura llegaba a una intensidad de 5 cm.

3.1.6 Diseño experimental

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

Bloque 1	t 1	t 4	t 2	t 3
Bloque 2	t 3	t 2	t 4	t 1
Bloque 3	t 2	t 3	t 1	t 4
Bloque 4	t 1	t 4	t 3	t 2

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

3.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Las variables estudiadas en este experimento se centraron en la producción de forraje de las distintas mezclas evaluadas, composición botánica y porcentaje de malezas. Por otro lado también se evalúa la evolución de los pesos de los animales, pudiendo determinarse la ganancia total durante el período de evaluación, y las ganancias diarias individuales en los distintos tratamientos.

3.2.1 VARIABLES DETERMINADAS

3.2.1.1 Disponibilidad y remanente de materia seca

La materia seca disponible (kg/ha) se define como la cantidad de materia seca que hay en la parcela antes del ingreso de los animales más la tasa de crecimiento de la misma durante el período de pastoreo. Este disponible está compuesto por el forraje acumulado hasta el inicio del pastoreo y lo que crece durante el mismo. Por otro lado el remanente es la materia seca (kg/ha) que queda luego de retirado los animales de la parcela.

Para medir disponibilidad y remanente de forraje en kg de MS el método utilizado fue el doble muestreo (Cayley y Bird, 1991). Se determinó una escala de apreciación visual de 5 puntos en el caso de los disponibles y una escala de 3 puntos en el caso de los rechazos, debido a la homogeneidad de la pastura.

La medición de disponible en el bloque 1 se realizó antes del ingreso de los animales y el remanente luego de retirados los mismos. El muestreo consistió en la realización de cortes a 1 cm de remanente, utilizando una tijera de aro y cuadros de 50 por 20 cm, de cada uno de los puntos de la escala y a su vez tres repeticiones por punto de escala. Por lo cual se obtuvieron un total de 15 muestras a las cuales se pesaron obteniendo el peso fresco y luego de 48 horas en estufa a 60 °C se obtuvo el peso de materia seca. Este procedimiento fue realizado por un lado para el tratamiento 1 y por otro para los tratamientos 2, 3 y 4 que fueron tomados como si fueran uno debido a su homogeneidad y a que en lo que diferían era en la gramínea de verano las cuales al momento de las observaciones no existían.

A su vez en los puntos donde se realizaron los cortes se obtuvieron tres medidas en la diagonal del rectángulo, una en el centro y una en cada extremo, obteniendo un promedio por rectángulo. Posteriormente mediante el ajuste de una ecuación de regresión entre altura en cm y kg MS/ha y otra entre valor de escala y kg Ms/ha, se determinó cual de ambas variables (altura o escala) era la que tenía mayor correlación con la disponibilidad. El valor de disponibilidad surge de sustituir el valor promedio de la variable en las ecuaciones incógnitas correspondientes. De la misma forma se procedió para la estimación del remanente luego de la salida de los animales. Finalmente la ecuación utilizada

fue la que relaciona altura con kg MS/ha, tanto para disponible como para remanente, por presentar una mayor correlación.

3.2.1.2 Altura del disponible y del remanente

Las alturas fueron medidas utilizando reglas graduadas en centímetros en un punto al azar dentro del rectángulo utilizado anteriormente para el corte de las muestras en el doble muestreo. El criterio utilizado para dichas medidas fue el punto de contacto entre la regla y la hoja más alta en donde fue ubicada la regla. Las alturas de cada parcela se obtuvieron promediando las 30 observaciones realizadas en cada una. Para el disponible dichas medidas se obtuvieron previo al ingreso de los animales y para el remanente se obtuvieron luego de retirados los mismos.

3.2.1.3 Producción de forraje

Se calculó mediante la diferencia entre el forraje disponible menos el forraje remanente del pastoreo anterior, ajustándose por los días de crecimiento de pastoreo.

3.2.1.4 Materia seca desaparecida

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

3.2.1.5 Porcentaje de utilización

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

3.2.1.6 Composición botánica

Con el objetivo de evaluar la composición botánica de la pastura se utilizó el método de Botanal modificado (Tohill et al., 1978). Por medio de la apreciación visual se determinó la participación porcentual de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos en cada mezcla. Los resultados se

obtuvieron mediante el promedio de 30 observaciones que se realizaron en cada tratamiento.

3.2.1.7 Peso de los animales

El peso de los animales fue determinado mediante pesadas individuales, las cuales se realizaron con balanza electrónica, siempre a similar horario. Las respectivas pesadas se realizaron el 31/05/2011 (peso inicial novillos), 30/06/2011 (peso final novillos), 05/07/2011 (peso inicial terneros), 08/08/2011, 12/10/2011 y 15/11/2011 (peso final terneros).

3.2.1.8 Ganancia de peso diaria

Para calcular la ganancia diaria individual (kg/día) promedio para el periodo de pastoreo se dividió la ganancia total en el periodo de pastoreo del experimento (peso vivo final menos el inicial) sobre los días de pastoreo.

3.2.1.9 Oferta de forraje

La oferta de forraje se calculo como el forraje ofrecido a los animales en kilos de materia seca cada 100 kilos de peso vivo.

3.2.1.10 Producción de peso vivo

En este caso se calculó como los kilos de PV producidos durante la duración del periodo de pastoreo por hectárea. Para esta situación se tomo la ganancia total del periodo de los animales en cada tratamiento por separado y se lo dividió por la superficie de los mismos, obteniendo de esta forma la producción en kilos de carne por hectárea de cada tratamiento.

3.3 HIPOTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

- Existe efecto del tipo de mezcla sobre la productividad primaria de la pastura.
- Existe efecto en el desempeño animal según la composición de la mezcla.

3.3.2 Hipótesis estadística

Ho: $T_1=t_2=t_3=t_4=0$

Ha: Existe algún tratamiento distinto de cero.

3.4 ANALISIS ESTADISTICO

Se realizó el análisis de varianza entre tratamientos mediante el paquete estadístico INFOSTAT, en el caso de existir diferencias entre tratamientos se estudió las mismas mediante análisis de media a través de LSD Fisher con una probabilidad del 10%, debido a la heterogeneidad de suelos existentes en el experimento.

3.4.1 Modelo estadístico

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

Siendo:

- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ = es la media general.
- t_i = es el efecto de la i -ésima mezcla.
- β_j = es el efecto del j -ésimo bloque.
- ξ_{ij} = es el 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 periodo comprendido entre febrero y noviembre, de una serie histórica de casi treinta años, entre 1980 y 2009, con los datos del año del experimento (2011).

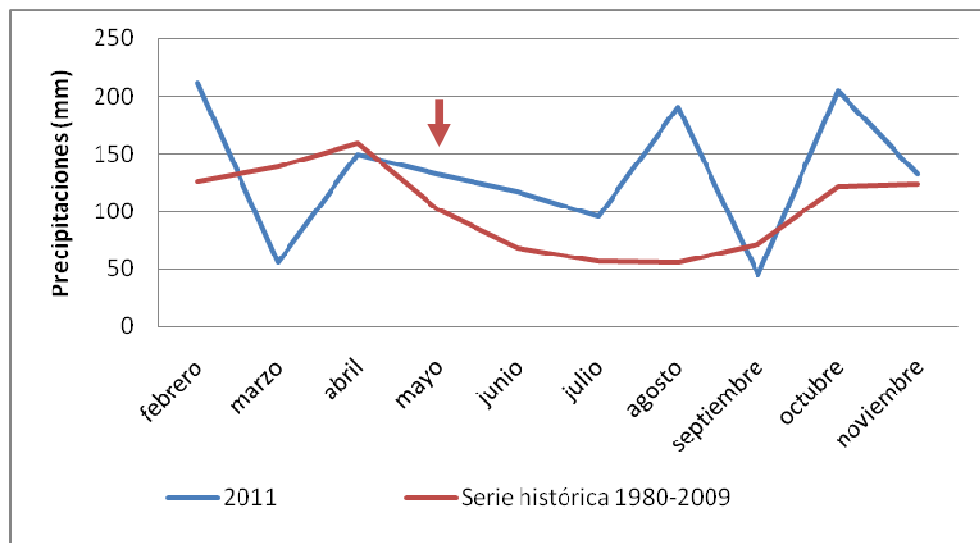


Figura No. 2. Registro de precipitaciones durante el experimento comparado con el promedio histórico.

Como se observa en la figura existen diferencias entre los promedios mensuales de la serie histórica con los del periodo experimental. Las precipitaciones medias del año 2011 fueron superiores al promedio histórico en la mayoría de los meses, a excepción de marzo y setiembre; abril y noviembre son los meses con comportamiento más similar al promedio histórico. Particularmente agosto fue el mes que más se despegó por encima de la media con 135 mm, y marzo el mes de menor precipitación respecto a la serie histórica, con una inferioridad entorno a 80 mm. Si se centra la atención entre los meses de junio y noviembre, entre los cuales transcurrió el periodo experimental, se destaca que a excepción de setiembre donde llovieron 25 mm menos que el promedio histórico, el resto de los meses superaron al mismo. En el total del período junio-noviembre llovieron 290 mm por encima de la media.

Si bien existen diferencias en el comportamiento frente a condiciones de déficit hídrico entre las especies que componen las mezclas, en el transcurso del periodo experimental, no se dieron condiciones de estrés que permitan cuantificar diferencias entre las especies.

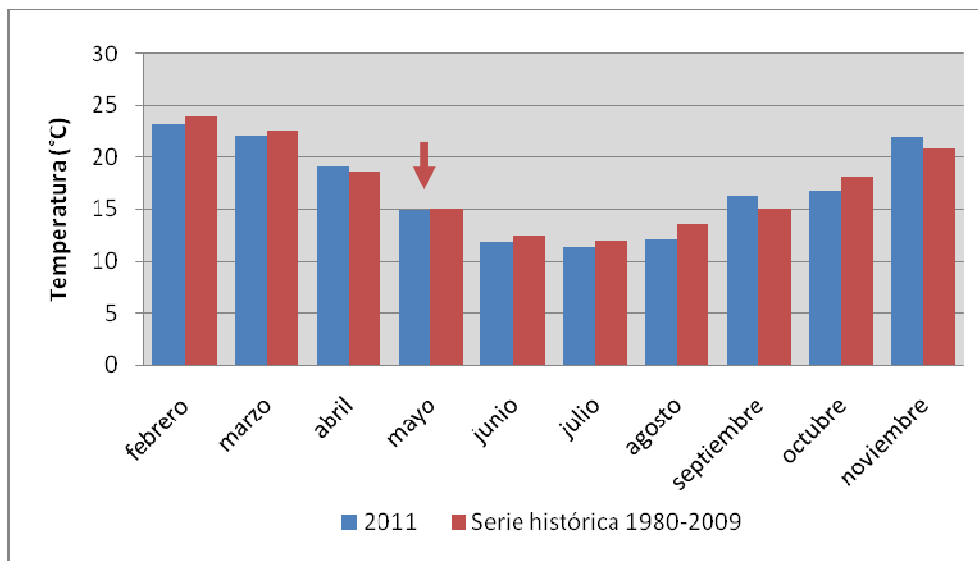


Figura No. 3. Registro de temperaturas medias durante el ensayo, comparadas con la media histórica.

Las temperaturas medias mensuales presentan diferencias con el promedio de la serie histórica.

Las temperaturas del período experimental variaron entre 11 y 22 °C, existiendo diferencias con el promedio entre 1980 y 2009. En los meses de agosto y octubre se registraron temperaturas entorno a 1,5°C por debajo de la media histórica, a diferencia de setiembre y noviembre que superaron la media histórica en magnitudes similares. Los meses de junio y julio prácticamente no tuvieron diferencias con el promedio.

Según Carámbula (2002), las especies con metabolismo tipo C_3 como *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa* tienen buen desarrollo con temperaturas de 15 a 20 °C. Durante el periodo junio – agosto en la serie histórica se registran temperaturas

por debajo del óptimo para el desarrollo de las especies (13 °C), comportamiento que se acentuó durante el periodo experimental con temperaturas promedio de los tres meses entorno a 12 °C. Posteriormente en los meses de setiembre y octubre no se registraron temperaturas limitantes para las especies, sin embargo el mes de noviembre tuvo un promedio de 22 °C.

Las especies de metabolismo C₄ del género *Paspalum* no aportaron a la producción de la mezcla por problemas de implantación, por lo que escapan al análisis anterior.

Teniendo en cuenta los datos climáticos presentados anteriormente, podemos considerar que las precipitaciones acumuladas mensuales durante el periodo experimental no fueron una limitante para un buen desarrollo de las especies presentes en la mezcla, a diferencia de la temperatura la cual estuvo por debajo del rango óptimo en el primer trimestre y por encima el último mes.

4.2 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1 Forraje disponible

A continuación se presentan los datos de cantidad y altura del forraje disponible promedio para cada tratamiento.

4.2.1.1 Cantidad de forraje disponible

Cuadro 1. Disponibilidad promedio de forraje en kg MS/ha de cada tratamiento.

Tratamiento	Disponible kgMS/ha
1	1869
2	1860
3	1875
4	1556

No se registraron diferencias significativas en el forraje disponible entre los tratamientos. Sin embargo, el componente de la mezcla que explica la mayor parte de materia seca varía entre tratamientos significativamente (ver cuadro No. 5 Composición botánica). Mientras para el primer tratamiento la gramínea aporta la mayor parte de la materia seca, para el resto de las mezclas es la fracción leguminosa. Esto último coincide con lo mencionado por Carámbula (1991), donde destaca que durante el segundo año de vida de las mezclas domina el componente leguminosa. En el primer tratamiento, el componente leguminosa es la alfalfa, que si bien el cultivar utilizado presenta latencia intermedia, el aporte realizado durante el invierno es bajo. Justamente como mencionan Kloster et al. (2003), el objetivo de incorporar una gramínea invernal en un cultivo de alfalfa, es mejorar la baja oferta invernal característica de dicha especie.

El siguiente gráfico representa la evolución del forraje disponible de las diferentes mezclas, considerando cada pastoreo como el período comprendido entre la entrada de los animales en el primer bloque, y la salida de los mismos en el cuarto, utilizando el promedio de los cuatro bloques para cada periodo. El primer pastoreo fue del 30 de mayo al 29 de junio, el segundo continuó hasta 8 de agosto, el tercero hasta el 12 de octubre, y el último finalizó el 5 de diciembre.

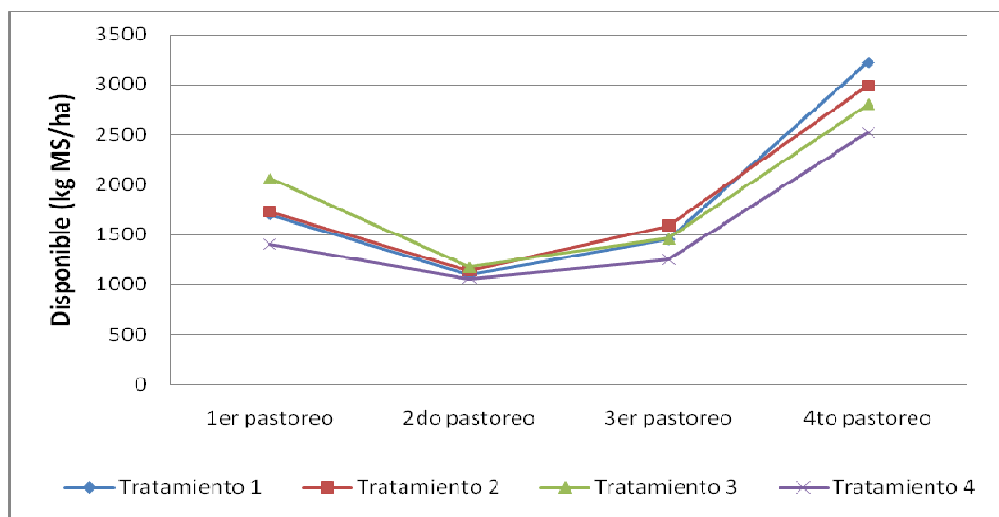


Figura No. 4. Evolución de la disponibilidad de forraje (Kg MS/ha) para cada tratamiento, en el periodo experimental.

Se puede observar que la evolución de las disponibilidades entre las distintas mezclas presenta la misma tendencia y siguen la distribución general de producción de las especies que las componen. El incremento del disponible hacia los meses primaverales se explica principalmente por el cambio en estado fenológico de las especies, y por una mejora en las temperaturas y régimen hídrico, como también sucedió en los trabajos de Fariña et al. (2010).

4.2.1.2 Altura de forraje disponible

Cuadro 2. Altura promedio por tratamiento del forraje disponible en centímetros.

Tratamiento	Altura del disponible (cm)
1	14,1
2	13,4
3	13,3
4	11,4

La altura del forraje al ingreso de los animales tampoco registró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, en el promedio para todo el experimento.

Los tratamientos 1, 2, y 3 con excepción del 4 presentaron alturas de disponible dentro del rango de 15-20 cm recomendado por Zanoniani et al. (2006a), lo que permite recuperar el área foliar y el estado de la pastura, amortiguando el efecto de las intensidades de defoliación.

Si comparamos las alturas disponibles con las obtenidas por Almada et al. (2007), se observa que para valores de asignación de forraje similares a los obtenidos en este trabajo, la altura disponible es en promedio 13 cm, concordando con el presente trabajo. Esta similitud se reitera si analizamos la cantidad de forraje disponible, con valores entorno a 1700 kg MS/ha, tanto para el trabajo de Almada et al. (2007), como para el de Foglino y Fernández (2009).

Cabe destacar que para el primer tratamiento, no se manejaron frecuencias recomendadas para alfalfa, según lo mencionado por Barber et al., citados por Frame (1996). 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), uniformizando la oferta de forraje en el año.

4.2.2 Forraje remanente

Seguidamente se presentan los valores de cantidad y altura de forraje luego del pastoreo para cada tratamiento.

4.2.2.1 Cantidad de forraje remanente

Cuadro 3. Forraje remanente promedio en kg MS/ha de cada tratamiento.

Tratamiento	Remanente kgMS/ha
1	790 A
2	660 BA
3	677 BA
4	604 B

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

Como se puede observar en el cuadro anterior se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento 1 y el 4, y los tratamientos 2 y 3 no difieren de ninguno de los anteriores. La mezcla de alfalfa con dactylis registró los mayores remanentes de materia seca, lo que podría ser explicado por la composición botánica de las mezclas, ya que en el tratamiento 1 durante el periodo de evaluación la gramínea fue la fracción dominante, frente a las otras donde la fracción dominante fue trébol blanco, que si bien es de habito postrado posee estructuras de planta mas digestibles, hojas y peciolo, que promueven un mayor consumo animal. Asimismo, la mayor proporción de vainas y tallos en el tratamiento 1 pueden estar limitando el consumo por parte de los animales.

4.2.2.2 Altura de forraje remanente

Cuadro 4. Altura promedio del forraje remanente en centímetros para cada tratamiento.

Tratamiento	Altura del remanente (cm)
1	5,5
2	5,9
3	6,1
4	5,6

La altura de los remanentes no varió significativamente entre tratamientos.

Si se observan los valores de alturas remanentes, se puede afirmar que los mismos estuvieron dentro de los valores recomendados para no comprometer la performance posterior de la pastura, según Carámbula (2002), Agustoni et al. (2008), Foglino y Fernández (2009).

4.2.3 Composición botánica

A continuación se detalla la contribución de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos promedio para cada tratamiento, expresadas como porcentaje del total de materia seca ofrecida.

Cuadro 5. Composición botánica promedio del experimento, para cada tratamiento.

Tratamiento	% Gramíneas	% Leguminosas	%Malezas	% Restos secos
1	66 A	22 B	5 B	7 A
2	36 B	52 A	7 BA	5 BA
3	40 B	50 A	4 B	6 BA
4	34 B	52 A	9 A	5 B

Letras distintas indican diferencias significativas entre filas dentro de cada columna ($p \leq 0,10$).

Como se puede apreciar en el cuadro, existieron diferencias significativas en la contribución de las gramíneas y leguminosas entre el tratamiento correspondiente a la mezcla de alfalfa y dactylis y el resto de los tratamientos, los cuales no se diferenciaron entre sí. Ésta diferencia está explicada mayormente por el componente leguminosa dentro de cada mezcla. En el tratamiento 1 la alfalfa contribuyó poco a la materia seca ofrecida en éste período del año, mientras que en las otras mezclas el trébol blanco fundamentalmente, y el lotus tuvieron un aporte mucho mayor. Este comportamiento surge de las características del ciclo productivo de las leguminosas que componen las mezclas. La alfalfa como menciona Rebuffo (2000), es una leguminosa perenne estival, con alto potencial de producción primavera-estival independientemente del grado de latencia del cultivar. En tanto, el trébol blanco dominante en los tratamientos 2,3 y 4, es una especie perenne de ciclo invernal (Carámbula, 2007a).

En el gráfico siguiente se presenta la evolución en la composición botánica del primer tratamiento a lo largo del período experimental, utilizando los cuatro períodos de pastoreo.

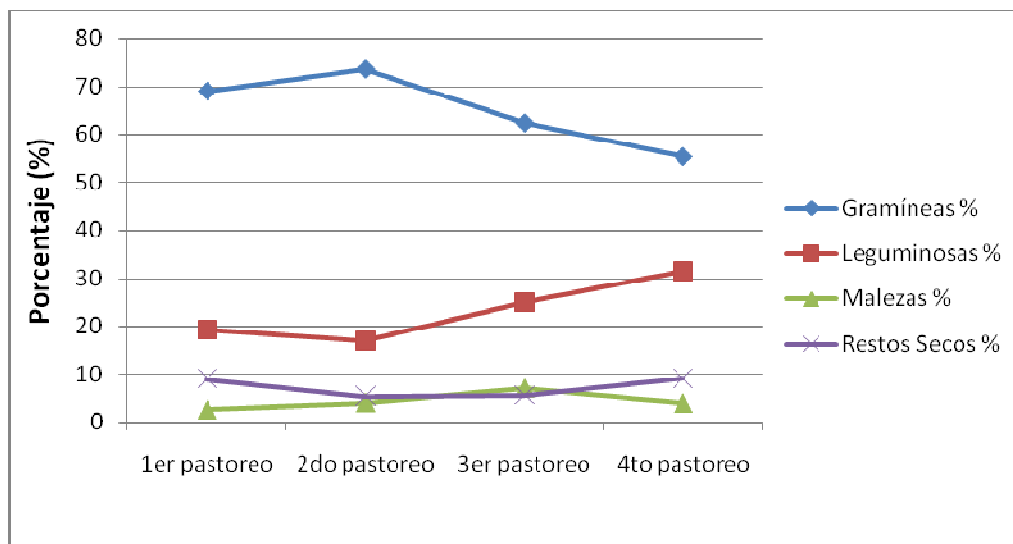


Figura No. 5. Evolución en la composición botánica de la mezcla compuesta por *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* a lo largo del período experimental.

Como se aprecia en el gráfico, el componente alfalfa tuvo un incremento porcentual desde el invierno hasta un pico cercano a 30% de la materia seca en el periodo primaveral, en detrimento del componente gramínea que disminuyó su participación porcentual marcadamente.

Esto es similar a lo reportado en el trabajo de Otondo et al. (2008), donde en los meses de invierno las gramíneas aportaron entre un 50 y 60% del forraje total, al registrarse las menores tasas de crecimiento de alfalfa por su entrada en latencia, donde la misma aportó del 20 al 30% de la materia seca. Las alfalfas de latencia intermedia como la utilizada en éste experimento, se caracterizan por presentar un pico anticipado de producción durante la primavera a diferencia de cultivares con latencia, como indican los resultados.

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

En cuanto a las malezas se observa un leve aumento desde inicios del experimento, hasta mediados de setiembre aproximadamente donde comienzan a disminuir posterior a la aplicación de herbicida de fines de agosto. Las principales malezas que se observaron especies de hoja ancha anuales invernales tales como *Ammi sp.*, *Anthemis cotula*, *Bowlesia incana*, *Cerastium glomeratum*, *Stellaria media* y cardos, al igual que en los otros tratamientos.

Si bien no se encontraron diferencias significativas en el enmalezamiento, con los tratamientos 2 y 3, a nivel de campo se observó que en la mezcla de alfalfa y dactylis fue donde prosperó menos el avance de las malezas.

En el siguiente gráfico se observa la evolución de la composición botánica para los tratamientos 2, 3 y 4, que se analizarán en conjunto ya que presentan un comportamiento similar, y diferente del tratamiento primero.

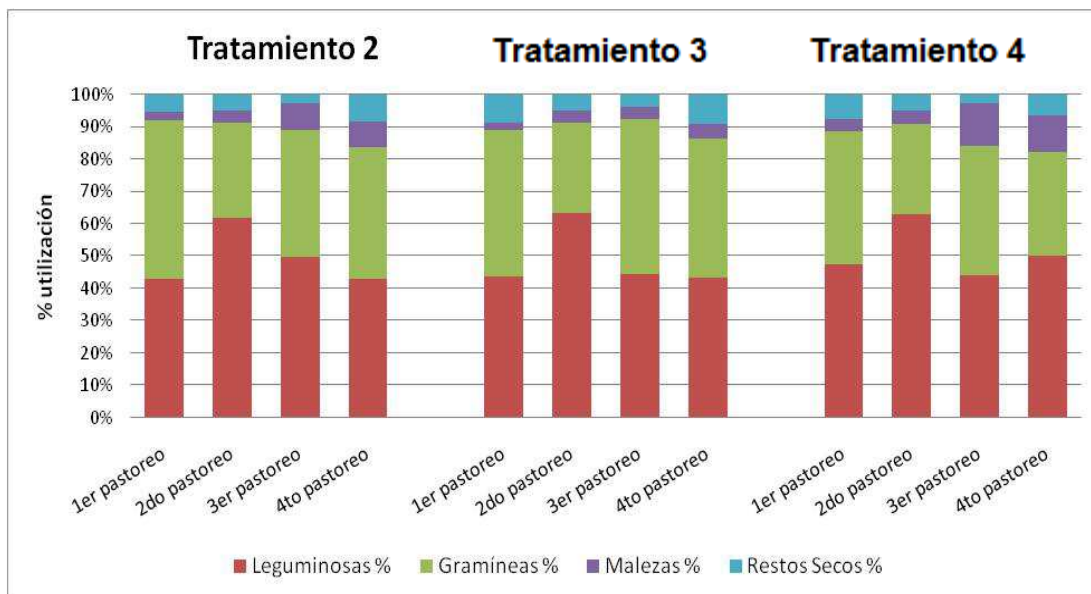


Figura No. 6. Evolución de la composición botánica de los tratamientos 2, 3 y 4 a lo largo del periodo experimental.

Como se aprecia claramente, la fracción leguminosa se encuentra en todos los casos cercana o por encima del 50%, destacándose en el segundo pastoreo que corresponde al transcurso del invierno donde supera el 60%. Esto concuerda con lo dicho por Carámbula (1997) donde plantea que durante el invierno, dadas las condiciones ambientales que lo caracterizan, las leguminosas (en especial los tréboles) tienden a dominar en las praderas. La gramínea gana participación en las mezclas entrada la primavera.

Esto concuerda con lo dicho por Kessler y Norsverger, citados por Elergersma (1988), que el bajo IAF óptimo de las leguminosas (trébol blanco) respecto a las gramíneas les permite hacer un mejor aprovechamiento de la baja luminosidad invernal, a diferencia de las gramíneas las cuales se ven beneficiadas entrando en la primavera cuando las condiciones de luminosidad son más favorables.

4.2.4 Forraje desaparecido

Se calculó la cantidad de forraje desaparecido en cada tratamiento post-pastoreo, dando un resultado promedio entre los bloques para todo el experimento, que se presenta a continuación.

Cuadro No. 6. Forraje desaparecido promedio del experimento para cada tratamiento.

Tratamiento	Forraje desaparecido (kgMS/ha)
1	1079
2	1200
3	1198
4	954

Como se observa no existieron diferencias estadísticas en el forraje desaparecido luego de cada pastoreo entre los tratamientos. No obstante, para el primer tratamiento la relación con el forraje ofrecido fue significativamente menor que el resto de los tratamientos, es decir que el porcentaje de utilización del forraje fue menor, como se puede apreciar en el gráfico siguiente.

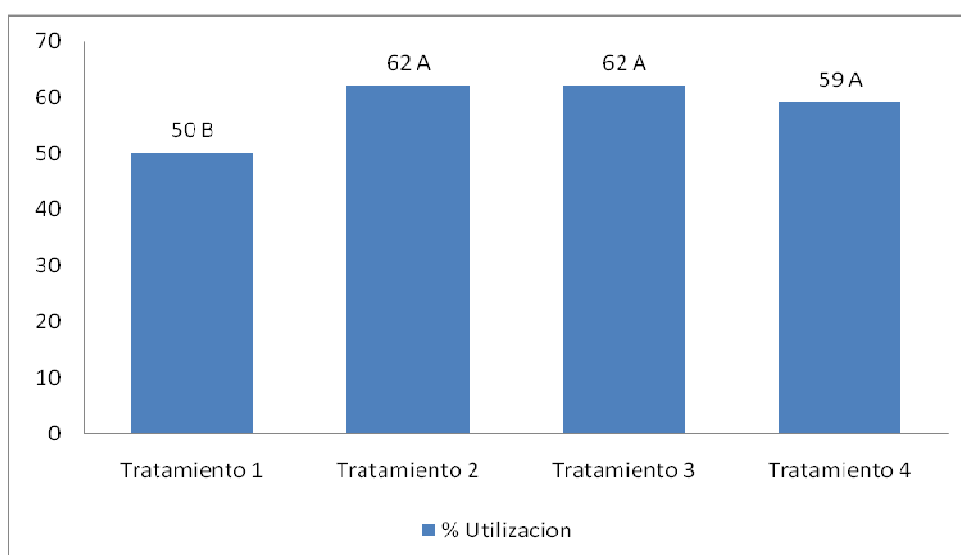


Figura No. 7. Porcentaje de utilización de forraje promedio del experimento para cada tratamiento.

Este comportamiento era esperable, dado que no hay diferencias estadísticas en el forraje ofrecido para los diferentes tratamientos, pero si se registraron diferencias en cuanto a materia seca remanente, siendo el primer tratamiento el de mayor valor para ésta variable, como se mencionó anteriormente. Esto sugiere que el porcentaje del disponible que desapareció fue menor. Además el tratamiento 1 registró el mayor porcentaje de restos secos, lo que indica que se aprovechó menos el forraje producido.

El tratamiento 1 presenta mayor proporción de la gramínea componente de la mezcla que es *Dactylis glomerata*, especie de porte semierecto a erecto (García, 1995), por lo que es de esperar mayor utilización cosa que no sucedió, porque el animal pudo encontrarse una estructura de planta con una alta relación vaina/lámina, y la leguminosa acompañante, *Medicago sativa* presenta tallos más lignificados que aumentó la resistencia a la tracción del bocado y por lo tanto limitó su consumo. En los otros ocurre lo contrario debido a que la especie dominante en el remanente era trébol blanco de hábito postrado, la ausencia de tallos erectos del mismo debió permitir una utilización más intensa en períodos en los que el forraje puede ser limitante.

4.2.5 Producción de materia seca

4.2.5.1 Tasa de crecimiento

No se registraron diferencias significativas entre tratamientos para tasa de crecimiento en el transcurso del experimento (ver anexo). A continuación se analizó la evolución de la tasa de crecimiento promedio de los cuatro tratamientos para los cuatro períodos de pastoreo, expresada en kilogramos de materia seca, por hectárea y por día.

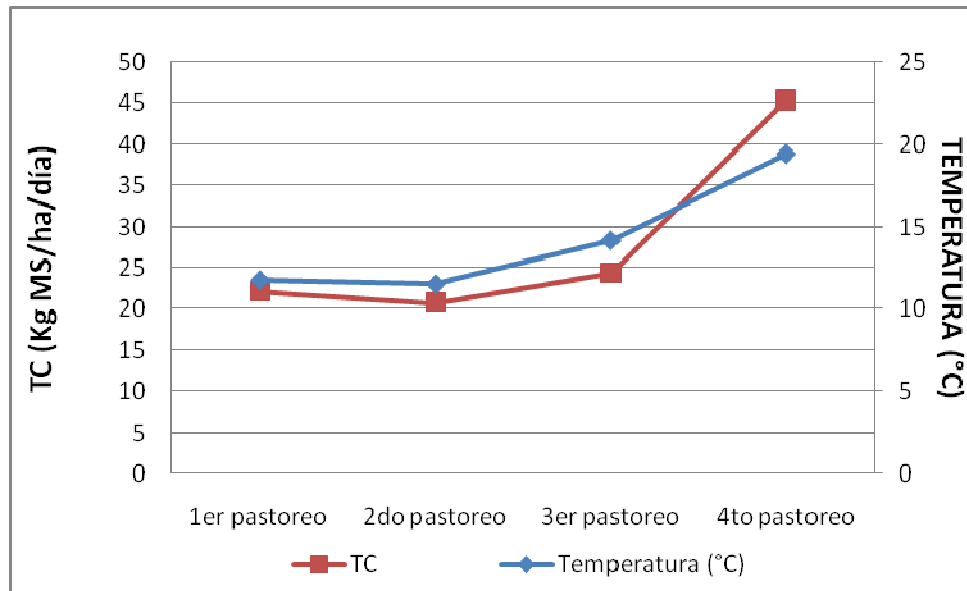


Figura No. 8. Evolución de la tasa de crecimiento de las pasturas y la temperatura, promedio durante el experimento.

Como se observa a la evolución de la tasa de crecimiento se comporta similar a la curva de evolución de la temperatura promedio para el experimento, considerando las temperaturas promedio de los meses de cada pastoreo. Es decir, que a medida que se incrementó la temperatura hacia el periodo estival, se produjo un aumento en la tasa de crecimiento de las pasturas.

4.2.5.2 Producción de forraje

Se cuantificó la producción de forraje como la diferencia entre el forraje disponible y el remanente del pastoreo anterior, ajustándose por la tasa de crecimiento en los días de pastoreo.

Cuadro No. 7. Producción de forraje promedio del experimento para cada tratamiento, expresado en kg MS/ha.

Tratamiento	Producción de forraje (kg MS/ha)
1	6303
2	6539
3	6613
4	5337

Los resultados sugieren que la producción de materia seca por hectárea entre los tratamientos durante el período, es igual estadísticamente, es así que se promedió la producción de los distintos tratamientos para los cuatro períodos de pastoreo y así observar su evolución en el período experimental, como se muestra en el gráfico siguiente.

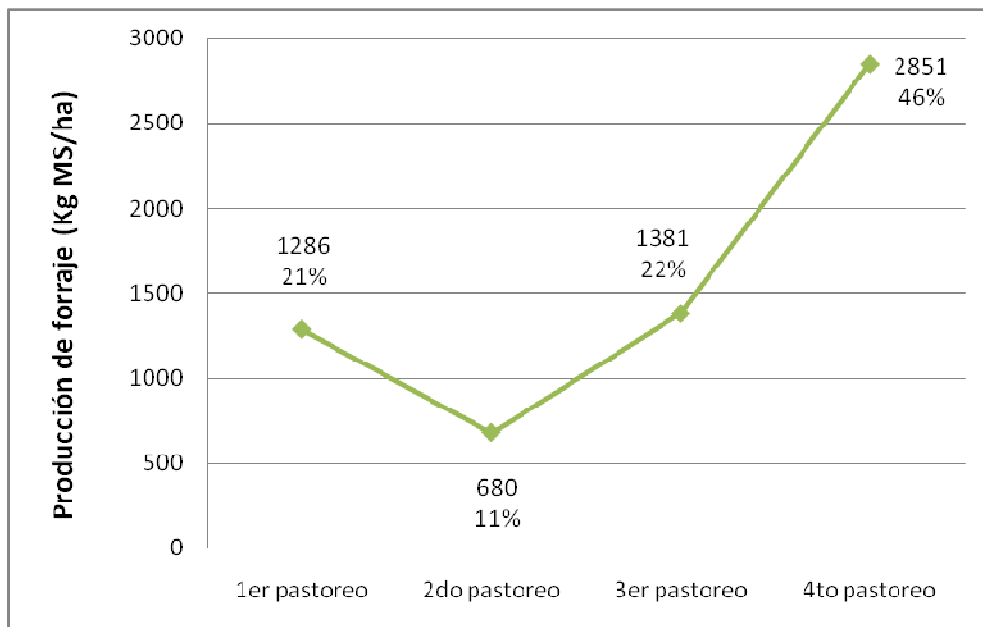


Figura No. 9. Evolución de la producción de forraje de las pasturas durante el período experimental.

En consecuencia de la evolución de la tasa de crecimiento observada en la figura No. 8, la producción de forraje tiene un comportamiento similar, disminuyendo en invierno e incrementándose hacia la primavera. Las diferencias en pendientes entre pastoreos con el gráfico de tasa de crecimiento se deben a que la producción está afectada por el número de días entre pastoreos, siendo menos en invierno y más en 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.

La oferta de forraje tuvo una evolución similar entre todos los tratamientos para el presente experimento, en sinergia con lo anterior. Sin embargo los resultados sugieren que si bien las producciones no se diferenciaron estadísticamente, la mezcla con Dactylis reportó los valores absolutos más bajos. Esto puede deberse a que el componente leguminosa que acompañó al Dactylis fue la alfalfa, y el periodo de evaluación fue invierno-primavera donde la leguminosa aportó poco a la producción. En verano se supondría una superioridad del tratamiento 1 frente a las otras mezclas en términos de producción.

Si se cuantifica la producción promedio total de los tratamientos durante el periodo, se registra un valor de 6198 kg de MS/ha. Este valor promedio es superior al reportado por Agustoni et al. (2008), para una pradera de segundo año.

4.3 PRODUCCIÓN ANIMAL

A continuación se presentan los resultados del desempeño de los animales evaluados sobre las diferentes mezclas mediante la ganancia media diaria por animal, y la producción de peso vivo por hectárea, expresados en kilogramos.

4.3.1 Ganancia de peso vivo por animal

Cuadro No. 8. Ganancia media diaria por animal para cada tratamiento.

Tratamiento	Ganancia (kg/animal/día)
1	1,0
2	1,2
3	1,1
4	1,1

La diferencia máxima entre ganancias es de 200 g/an/día la cual no generó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En este análisis no se nota el efecto de la ganancia de peso individual ya que es un promedio de cada tratamiento. A su vez esta corregida por la covariable peso inicial de manera de sacar el efecto del mismo sobre las ganancias.

A continuación podemos observar las ganancias medias diarias promedio para cada estación.

Cuadro No. 9. Peso promedio al inicio y final del experimento de los animales.

Tratamiento	Peso vivo inicio (kg)	Peso vivo final (kg)
1	105	241 C
2	124	286 A
3	123	275 AB
4	107	254 CB

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

Se encontraron diferencias significativas en los pesos finales de los animales. Esto se puede explicar por las ganancias medias diarias por tratamiento, que si bien no difieren estadísticamente, sumadas todos los días del periodo generan pesos finales distintos entre los tratamientos.

Cuadro No. 10. Ganancia media diaria estacional por animal para cada tratamiento

Tratamiento	GMD invierno (kg/animal/día)	GMD primavera (kg/animal/día)
1	0,58	1,17 C
2	0,49	1,52 A
3	0,75	1,35 B
4	0,80	1,28 BC

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

Como se aprecia en el cuadro no hay diferencias significativas en invierno para los diferentes tratamientos. En cambio en primavera se encontraron diferencias estadísticas, que pueden ser atribuidas al efecto mezcla. Hacia el final de la primavera las mayores ganancias coinciden con las mezclas que presentan mayor porcentaje de leguminosas en su composición botánica. Esto concuerda con lo que destaca (Carámbula, 1991), que las leguminosas al segundo año tienden a dominar las praderas mezclas con un efecto positivo en el desempeño animal.

Estos valores de ganancia están por debajo de los obtenidos por otros trabajos en similares condiciones, Foglino y Fernández (2009), trabajando con novillos Holando y una asignación de forraje entorno a 6%, obtuvo sobre una mezcla de *Agropyro elongatum*, *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, ganancias 2,05 kg/animal/día. Por otro lado Almada et al. (2007) encontraron ganancias 1,5 kg/animal/día con similar asignación (5 kg MS/100 kg PV) y la misma categoría sobre una pradera de primer año de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*.

En el siguiente cuadro se muestra la producción estacional de forraje para cada uno de los tratamientos, para poder asociarlo a la producción animal. Si bien no se observan diferencias significativas en producción entre los tratamientos dentro de la misma estación, si las hay entre estaciones.

Cuadro No. 11. Producción de MS (kg/ha), invierno-primaveral para los distintos tratamientos.

Tratamiento	Producción de forraje invernal (kg MS/ha)	Producción de forraje primaveral (kg MS/ha)
1	1665	4638
2	2063	4476
3	2491	4122
4	1647	3690

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

Comparando las producciones y ganancias estacionales, podemos observar la relación positiva entre las mismas ya que a mayores producciones mayores fueron las ganancias. Esto concuerda con lo dicho por Bianchi, citado por Carriquiri et al. (2002), que sostiene que las altas ganancias individuales de peso están influenciadas por dos factores, mayores ganancias debido al mayor consumo y a la selección de una dieta de mejor calidad.

En el tratamiento 1 la fracción leguminosa representa un 28% mientras que el tratamiento 2 representa un 47% aproximadamente, de forma que a pesar que no hay diferencias en el forraje ofrecido en primavera, si lo hay en la composición del mismo, identificándose un efecto mezcla. Se identifica además una superioridad en el contenido de restos secos durante la primavera del tratamiento 1 frente a las demás mezclas, por lo que la calidad del ofrecido fue inferior.

Por otra parte las mezclas 3 y 4 tuvieron un comportamiento intermedio que no puede atribuirse al efecto mezcla ya que de no implantarse las perennes estivales su composición específica es la misma que el tratamiento 2. Considerando el enmalezamiento primaveral como el correspondiente al 3er y 4to pastoreo, el tratamiento 4 fue el más enmalezado en este periodo, lo que pude explicar la inferioridad en desempeño animal respecto al tratamiento 2. En tanto el tratamiento 3, tuvo un enmalezamiento inferior al 2 y al 4 en primavera, pero la proporción de leguminosas fue la menor de los 3, y mayor el porcentaje

de restos secos (en menor medida), pudiendo explicar las menores ganancias medias en primavera frente al tratamiento 2.

El elevado porcentaje de enmalezamiento en el tratamiento 4 y la menor proporción de leguminosas y mayor de restos secos registrado en el tratamiento 3, podrían ser a causa de la resiembra de las especies estivales, lo cual pudo haber provocado muerte de plantas y una remoción del suelo que promovió un mayor enmalezamiento.

Cuadro No. 12. Ganancias promedios en kilos por animal para cada tratamiento

Tratamientos	Ganancia promedio total terneros (kg)
1	135 B
2	161 A
3	151 BA
4	147 BA

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

Las ganancias totales por animal también fueron corregidas por la covariable peso inicial, obteniéndose diferencias entre tratamientos. Más allá de esas diferencias, el buen desempeño animal obtenido se traduce en una alta ganancia por hectárea, producto de la buena producción y calidad del forraje ofrecido, que se traduce en una alta eficiencia de conversión de materia seca a kilos de peso vivo producidos. Estas ganancias solo son logradas con pasturas de adecuada calidad y cantidad, con una buena eficiencia de utilización de las mismas, producto de asignaciones de forraje correctas como lo citan Hodgson (1990), Peterson et al., citados por Cangiano (1996).

Si bien el desempeño animal fue bueno, estas ganancias totales están por debajo de las obtenidas en primavera por Foglino y Fernández (2009). Por otra parte Fariña y Saravia (2010) trabajando con una mezcla de *Lolium perenne*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* y otra de *Festuca arundinacea*, *Agropyron elongatum* y *Trifolium repens* obtuvieron ganancias por animal de 153 y 172 kg/animal respectivamente.

4.3.2 Producción de peso vivo por hectárea

Se cuantificó la producción promedio (kg/ha), para cada uno de los tratamientos durante el periodo experimental.

Cuadro No. 13. Producción en kg peso vivo/ha por tratamiento.

Tratamientos	kg/ha	Kg/ha promedio
1	547 D	547 B
2	685 A	598 A
3	553 C	
4	664 B	

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

Al comparar las producciones del tratamiento 1 con el promedio de los demás tratamientos existen diferencias significativas, las cuales se atribuyen al efecto mezcla. Como ya se analizó, los tratamientos 2, 3 y 4, son dominados por leguminosas, en particular trébol blanco el cual tiene características que elevan la calidad de todas las pasturas en las cuales se lo incluye, presentando una alta digestibilidad y aceptabilidad entre las leguminosas (Langer, 1981). A diferencia de estos en el tratamiento 1 dominó el dactylis, ya que la alfalfa es de ciclo estival y su producción en el periodo en estudio fue baja, no permitiendo un buen balance gramínea/leguminosa.

Como se observó anteriormente el tratamiento 1 registró los valores de utilización más bajos, comparado con los demás tratamientos. Esto refleja el mayor porcentaje de restos secos encontrados en esta mezcla, lo que determina además, que la dieta consumida por los animales es de menor calidad que el resto de los tratamientos. Resulta apropiado atribuirle esto a un menor desempeño animal.

Se obtuvieron diferencias significativas en la producción entre tratamientos, las cuales no se explican por las GMD promedio ya que estas no presentan diferencias estadísticas, pero si presentan diferencias numéricas entre ellas lo que multiplicado por los días del experimento y por el número de animales puede explicar la diferencia estadística en producción.

Almada et al. (2007) con novillos, en similar período experimental, obtuvieron alrededor de 800 kg PV/ha para una asignación de forraje cercana a 6%, superando los valores de éste trabajo. La superioridad en el trabajo de Almada puede deberse a diferencias en la calidad de la dieta, ya que la gramínea de la mezcla utilizada era *Lolium perenne*, y según Picasso (2010b) el raigrás perenne presenta una digestibilidad entre 65-75% durante el otoño hasta la primavera, valores superiores a los de festuca, gramínea que compone los tratamientos 2, 3 y 4, la cual presenta una digestibilidad entre 50-70% (Picasso, 2010a). Mientras tanto, para la misma asignación Agustoni et al. (2008), obtuvieron producciones cercanas a los 550 kg/ha similares a estos resultados.

A partir de los resultados presentados en el cuadro anterior, se puede calcular la eficiencia de producción de peso vivo, arrojando valores de 12 y 10 Kg MS producida para producir un kg de PV, para los T1 y el promedio de T2, T3 y T4 respectivamente.

Otra de las variables muy importante en la producción de carne bajo pastoreo, es la oferta de forraje, kg de materia seca cada 100 kg de peso vivo. Para este trabajo los valores promedios para cada tratamiento se muestran en el cuadro No. 14, observándose un valor promedio que concuerda con otros trabajos que se llevaron adelante con asignaciones de forraje de 5,0-6,8 Agustoni et al. (2008), 5,6-7,0 kg MS/100 kg PV, para un primer y segundo pastoreo respectivamente, donde se permite una adecuada ganancia de peso individual y por hectárea sin poner en riesgo la persistencia de la pastura.

Cuadro No. 14. Oferta de forraje (kg MS/100 kg PV) promedio del período experimental para cada tratamiento

Tratamientos	OF (kg MS/100 kg PV)	GMD (kg/an/día)	Producción (kg/ha)
1	5,5	1,0	547
2	6,8	1,2	685
3	6,2	1,2	553
4	5,7	1,1	564
Promedio	6,1		

Además de lo analizado anteriormente, las diferencias encontradas en la producción de carne pueden explicarse por la oferta de forraje, ya que como se observa en el cuadro anterior, existe una tendencia a que a mayor oferta de forraje mejora el desempeño animal. La siguiente grafica muestra la regresión entre la oferta de forraje y la producción (kg/ha), con el r^2 y la probabilidad, el 74% de la producción está explicado por la OF de forraje como se observa en la siguiente grafica, mientras el resto puede estar explicado entre otras cosas por la calidad de la dieta.

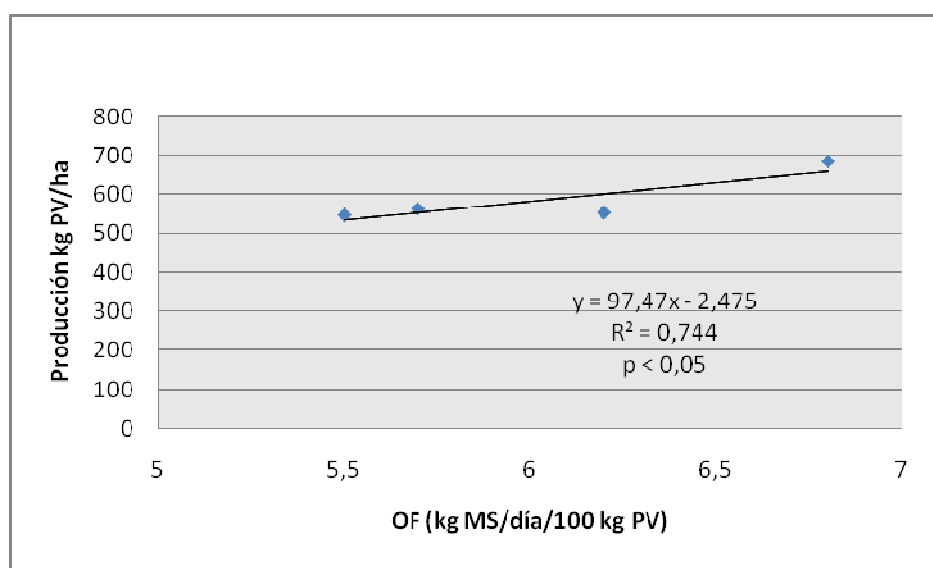


Figura No. 10. Relación entre la oferta de forraje y la producción de PV/ha.

En el gráfico observamos una tendencia que a mayor oferta de forraje mayor fue la producción por hectárea, y sumado a los porcentajes de utilización pueden generar diferencias.

Si se detiene el análisis en las GMD, como se discutió anteriormente las mismas no tuvieron diferencias en el promedio del experimento, pero al analizarlas por estación, se vio que en invierno no hubo diferencias entre tratamientos mientras que en primavera sí. La oferta de forraje del cuadro anterior es promedio, de manera que en invierno fueron ofertas más bajas, y en primavera más altas. Relacionando eso con las GMD, se ve que en invierno las mismas no fueron diferentes, pero en primavera podría existir un efecto de la asignación sobre las ganancias individuales. Sin embargo, si observamos los

valores vemos que si se trabajó con ofertas en torno a 6,0%, en primavera estuvieron por encima de ese valor, donde según Mott (1960) la oferta de forraje no estaría limitando el desempeño individual.

Como ya se insistió para el análisis de otras variables, el componente leguminosa pudo ser el determinante de las diferencias entre tratamientos, junto al enmalezamiento y los restos secos. Ese efecto de la calidad de la dieta, se vio reflejado también en la producción por hectárea, dado que la carga no varió, la producción de forraje y el disponible no tuvo diferencias significativas por lo tanto de los demás factores a parte de la OF puede ser el de mayor importancia.

4.4 CONSIDERACIONES FINALES

Las diferentes mezclas no difirieron en producción y su distribución a lo largo del experimento, registrándose valores similares a los propuestos por otros trabajos similares, en torno a 6200 kg MS/ha para el período invierno-primaveral. Los tratamientos que incluyeron festuca, trébol blanco y lotus corniculatus tuvieron un comportamiento muy similar en todos los aspectos analizados, ya que la implantación de las perennes estivales fue nula.

Por otra parte se registraron diferencias en la composición botánica de la mezcla de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* respecto del resto, siendo la fracción gramínea la que dominó el forraje ofrecido a los animales durante el periodo. En la transición del invierno a la primavera la alfalfa ganó participación en la materia seca ofrecida, registrando un pico hacia la primavera característico de la producción temprana de los cultivares de latencia intermedia. En las mezclas restantes la festuca incremento su aporte en detrimento de las leguminosas hacia el periodo estival.

La mezcla de *Medicago sativa* y *Dactylis glomerata* se diferenció significativamente en cuánto utilización de forraje con el resto de los tratamientos. Al no existir diferencias en la oferta de forraje ni en el forraje desaparecido entre tratamientos, la menor utilización del primer tratamiento se explica por el mayor remanente luego del pastoreo, explicado por la mayor relación vaina/lamina del dactylis al ser de porte mas erecto, y a la mayor

cantidad de tallos leñosos de la alfalfa que tienden a disminuir el consumo en pastoreo. Por lo tanto a igual forraje desaparecido, pero mayor materia seca remanente, la utilización disminuye.

En cuanto a la producción animal, la ganancia media diaria promedio del experimento no registró diferencias significativas entre las diferentes mezclas forrajeras. Al analizar dichas ganancias por estación se encontró que en invierno no hay diferencias entre las mezclas, sin embargo hacia la primavera, hay diferencias a favor de las mezclas con más componente de leguminosas. El comportamiento diferencial entre estaciones se correlaciona positivamente con la producción de forraje.

La producción de peso vivo por hectárea fue diferente estadísticamente entre tratamientos, explicada en un 74% por la oferta de forraje, y en menor medida por otra serie de factores que estarían incidiendo sobre la calidad de la dieta.

5. CONCLUSIONES

En primer lugar es importante resaltar que no se implantaron las gramíneas estivales *Paspalum dilatatum* y *Paspalum notatum* y por lo tanto no se pudieron comparar éstas mezclas como tales, ya que en su constitución eran similares a la de festuca, trébol blanco y lotus.

La productividad primaria de las diferentes mezclas no se vio influenciada por las especies que componen las mismas, de manera que variables como disponibilidad de forraje, altura, producción de materia seca, tasa de crecimiento y forraje desaparecido no fueron diferentes estadísticamente entre los tratamientos, lo que no evidencia criterios objetivos que permitan elegir entre las diferentes alternativas forrajeras.

La composición botánica sin embargo, fue influenciada por el efecto mezcla, destacando una superioridad de la fracción gramínea en la mezcla de alfalfa y dactylis, y de las leguminosas en las mezclas restantes. La contribución de las leguminosas a la materia seca ofrecida durante el periodo, es determinante de diferencias en la calidad de la dieta, lo que incide directamente sobre el forraje desaparecido.

El desempeño animal varió entre invierno y primavera. Las ganancias diarias de invierno fueron menores a las de primavera pero no se diferenciaron entre las diferentes mezclas, sin embargo las ganancias de primavera fueron mayores en las mezclas de festuca, trébol blanco y lotus, donde dominó la fracción leguminosa. La producción de carne por hectárea se diferenció estadísticamente entre todos los tratamientos, explicada en un 74% por la oferta de forraje, y el resto por diferentes factores inherentes a la pastura que inciden en la calidad de la dieta.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la producción de forraje, la composición botánica, y la producción animal de cuatro mezclas de pasturas de segundo año, durante el periodo invierno-primaveral. Fueron sembradas el 30 de mayo de 2010. Los tratamientos corresponden a cuatro mezclas forrajeras compuestas la primera por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, la segunda por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, la tercera agrega a la mezcla anterior *Paspalum dilatatum* y la cuarta y última agrega *Paspalum notatum*. El experimento fue realizado en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía en el departamento de Paysandú (Latitud 32° 23'31,6" S y Longitud 58° 02'19,2" O). El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar generalizados, comprendiendo cuatro bloques con cuatro tratamientos cada uno. La unidad experimental es la parcela, correspondiendo cada una un tratamiento diferente dentro de cada bloque. Las mezclas fueron pastoreadas con 20 terneros de la raza Holando, asignados al azar en los tratamientos. Cada tratamiento fue pastoreado con 5 terneros. El método de pastoreo fue rotativo y el criterio utilizado para el cambio de franja fue una intensidad de 5 cm. No hubo tratamiento mezcla de *P. dilatatum* y *P. notatum* ya que dichas especies no se implantaron. De acuerdo a las variables evaluadas los resultados sugieren que no hay diferencias en disponibilidad de forraje y altura del disponible entre las mezclas, ni la distribución de la oferta durante el periodo experimental. No se encontraron diferencias en la producción total de materia seca, pero si en la composición botánica y su evolución, entre la mezcla de alfalfa con dactylis y las restantes, que tuvieron un comportamiento muy similar en la mayoría de los aspectos evaluados dada la nula implantación de las perennes estivales. Se trabajó con una asignación de forraje promedio de 6,1%. No se encontraron diferencias significativas en las ganancias individuales entre tratamientos, y la eficiencia de conversión de pasto producido a carne fue similar. Sin embargo hubo diferencias en la producción de carne por hectárea entre todos los tratamientos, debidas principalmente a la oferta de forraje, y en menor medida por otra serie de factores que estarían incidiendo sobre la calidad de la dieta.

Palabras clave: Productividad; Mezclas forrajeras; Pastoreo.

7. SUMMARY

The objective of this study was to evaluate forage production, botanical composition and animal production of four pastures mixtures in the second year, during the winter-spring period. They were sown on May 30, 2010. Each treatment correspond to one of four forage mixtures composed the first by *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, the second by *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, the third added to the second mixture *Paspalum dilatatum* and the fourth added *Paspalum notatum* to the second mixture. The experiment was conducted at the Experimental Station Dr. Mario A. Cassinoni of the Faculty of Agronomy in the Department of Paysandú (Latitude 32 ° 23'31, 6 " S and longitude 58 ° 02'19, 2 " O). The experimental design was completely randomized blocks, comprising four blocks with four treatments each block. The experimental unit is the plot, corresponding a plot to each different treatment within each block. The mixtures were grazed with 20 calves, Holstein breed, randomly assigned to treatments. Each treatment was grazed with 5 calves. The grazing method was rotational and the criterion used to the change of fringe was an intensity of 5 cm. There were no treatment mixture of *P. dilatatum* and *P. notatum* as these species are not implanted. According to the evaluated variables, results suggest no differences in forage availability and height of available forage between mixtures. Besides, the distribution of forage offer during the experimental period was not different between treatments. There was no difference in total dry matter production, but there was difference in the botanical composition and its evolution between the first mixture and the others, that had a very similar behavior in most of the aspects evaluated given the null implementation of warm-season perennial grasses. We worked with an average herbage allowance of 6,1%. With respect to animal production, there were no significant differences in individual earnings between treatments, and the conversion efficiency of pasture produced into meat was similar. However, there were differences in the production of meat per hectare among all treatments, mainly due to the supply of fodder, and to a less extent by a number of other factors that would be impacting on the quality of the diet.

Keywords: Productivity; Mixtures fodder; Grazing.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGUSTONI, F.; BUSSI, C.; SHIMABUKURO, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. ALDAMA LOPEZ de HARO, A. A.; SALLE de LEON, M. J.; VIDART, D. 2003. Asignación de forraje y restricción del tiempo de pastoreo en primavera sobre vacas lecheras en praderas permanentes. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 113 p.
3. ALLEGRI, M. 1982. Algunas consideraciones sobre la investigación en la utilización de pasturas. Montevideo, CIAAB. pp. 1-3.
4. ALMADA, F.; PALACIOS, M.; VILLALBA, S.; ZIPÍTRIA, G. 2007. Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 85 p.
5. ARIAS, J. E.; DOUGHERTY, C. T.; BRADLEY, N. W.; CORNELIUS, P. L.; LAURIAULT, L. M. 1990. Structure of tall fescue swards and intake of grazing cattle. *Agronomy Journal*. 82: 545 - 548.
6. AVENDAÑO, J. C.; BOREL, R.; CUBILLOS, G. 1986. Periodo de descanso y asignación de forraje en la estructura y utilización de varias especies de una pradera naturalizada. *Turrialba*. 36 (2): 137-148.
7. 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.
8. BARTABURU, S.; COOPER, P.; LANFRANCONI, M.; OLIVERA, L. 2003. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 81 p.

9. BARTHAM, G. T.; BOLTON, G. R.; ELSTON, D. A. 1999. The effects of cutting intensity and neighbour species on plants of *Lolium perenne*, *Poa annua*, *Poa trivialis* and *Trifolium repens*. *Agronomie*. 19 (6): 445-456.
10. BOGGIANO, P. 2000. Dinamica de producao primaria da pastagem nativa em área fertilidade corrigida sob efeito de abudacao nitrogenada e asignacao de forragem. Tese Doutorado. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 191 p.
11. BRANCATO, A.; PANISSA, R. J.; RODRÍGUEZ, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 84 p.
12. BROUGHAM, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7 (5): 377-387.
13. BURSON, B. L.; WATSON, V. H. 1995. Bahiagrass, Dallisgrass, and other Paspalum Species. In: Barnes, R.F.; Miller, D.A.; Nelson, C.J. eds. *Forages; an introduction to grassland agriculture*. Ames, IA, Iowa State University Press. pp. 431-440.
14. CAMPBELL, B. D.; MITCHELL, N. D.; FIELD, T.R.O. 1999. Climate profiles of temperate C3 and subtropical C4 species in New Zealand pastures. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 42 (3): 223-233.
15. CANGIANO, C.; ESCUDER, C.; GALLI, J.; GOMEZ, P.; ROSSO, O. 1996. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA Balcarce. s. p
16. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 464 p.
17. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
18. _____. 1997. Forrajeras; material seleccionado por la cátedra. Paysandú, Facultad de Agronomía. t.1, pp. 75-88

19. _____.; TERRA, J. A. 2000. Las sequías; antes, durante y después. Montevideo, Uruguay, INIA. 133 p. (Boletín de Divulgación no. 74).
20. _____. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
21. _____. 2004. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
22. _____. 2007a. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 186 p.
23. _____. 2007b. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 357 p.
24. CARRIQUIRY, J.; NORMEY, R.; PARDIÑAS, P. 2002. Efecto de la suplementación con grano de maíz entero o molido y de la asignación de forraje sobre la performance de novillos Hereford pastoreando pasturas de calidad en el período otoño-invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 88 p.
25. CAYLEY, J.W.D.; BIRD, P.R. 1991. Techniques for measuring pastures. Victorian Department of Agriculture. Technical Report Series no. 191. 41 p.
26. 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.
27. CHILIBROSTE, P. 1998. Fuentes comunes de error en la alimentación del ganado lechero en pastoreo; predicción del consumo. In: Jornadas Uruguayas de Buiatría (26^a., 1998, Paysandú). Trabajos presentados. Paysandú, Centro Médico Veterinario de Paysandú. pp. 1-7.
28. _____.; SOCA, P.; DE ARMAS, A. 2005. Impacto del manejo del pastoreo en la invernada pastoril. Cangüé. no. 27: 15-17.

29. CORREA URQUIZA, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. Consultado 20 ago. 2011. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/18-mezclas_forrajeras.htm
30. 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.
31. DALL'AGNOL, M.; MEREDITH SCHEFFER-BASSO, S. 2001. Produção e utilização de alfafa. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem (17th., 2000, Piracicaba, Brasil). Proceedings. Piracicaba, FEALQ. pp. 265-296.
32. DALLEY, D. E.; ROCHE, J. R.; GRAINGER, C.; MOATE, P. J. 1999. Dry matter intake, nutrient selection and milk production of dairy cows grazing rainfed perennial pasture at different herbage allowances in spring. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 39 (8): 923-931.
33. DAMONTE, I.; IRAZABAL, G.; REINANTE, R.; SHAW, M. 2004. Efecto de la asignación de forraje y de la suplementación con grano de maíz entero o molido sobre la performance de novillos Hereford pastoreando verdeos durante el otoño. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 139 p.
34. DIAZ, J. E. 1995. Estudios sobre la producción de forraje estacional y anual de leguminosas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
35. DÍAZ LAGO J.E.; GARCIA J.A.; REBUFFO M. 1996. Crecimiento de leguminosas en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 12 p. (Serie Técnica no. 71).
36. DONAGHY, D. J.; FULKERSON, W. J. 1998. Priority for allocation of water-soluble carbohydrate reserves during regrowth of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science*. 53 (3): 211-218.

37. ELGERSMA, A.; NASSIRI, M. 1998. Competition in perennial ryegrass-white clover mixture under cutting. 2. Leaf characteristics, light interception and dry-matter production during regrowth. *Grass and Forage Science*. 53 (4): 367-379.
38. FARIÑA, M.; SARAIVIA, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 82 p.
39. FERNANDEZ, E. 1999. Impacto económico de prácticas de manejo en invernada intensiva. *Revista Plan Agropecuario*. no. 85: 6-9.
40. FOGLINO, F.; FERNÁNDEZ, F. 2009 Efecto del período de ocupación de pastoreo en la productividad de una pastura de primer año de raigrás perenne, T. Blanco, lotus corniculatus y agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 68 p.
41. FORBES, T. D. A. 1988. Researching the plant-animal interface: the investigate of ingestive behaviour in grazing animals. *Journal of Animal Science*. 66 (9): 2269-2279.
42. FORMOSO, F. 1993. Lotus Corniculatus I. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. Montevideo, Uruguay, INIA. 20 p. (Serie Técnica no. 37).
43. _____. 1995. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
44. _____. 2000a. Alfalfa en mezclas forrajeras. In: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 75-94 (Boletín de Divulgación no. 69).
45. _____. 2000b. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D.F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).

46. _____. 2010. Festuca arundinacea, manejo para producción de forraje y semilla. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
47. FRAME, J. 1996. Forage legumes for temperate grasslands. Plymouth, FAO/Science Publishers. 309 p.
48. 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.
49. GARCIA, J. A. 1971. Influencia de factores ambientales sobre el rendimiento y calidad de semilla en tres biotipos de *Paspalum dilatatum* Poir. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. 128 p.
50. _____. 1995. *Dactylis glomerata* L. INIA LE OBERON. Montevideo, Uruguay, INIA. 10 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
51. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, Uruguay, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
52. GARCÍA, M.; GONZALEZ, 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.
53. GARDUÑO VELÁZQUEZ, S.; PÉREZ PÉREZ, J.; HERNÁNDEZ GARAY, A.; HERRERA HARO, J. G.; MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, P. A.; JOAQUÍN TORRES, B. M. 2009. Rendimiento y dinámica de crecimiento estacional de ballico perenne, pastoreado con ovinos a diferentes frecuencias e intensidades. Técnica Pecuaria en México. 47(2):189-202
54. 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.

55. GREENHALGH, J. F. D.; MCDONALD, P.; EDWARDS, R. A. 1966. Animal nutrition. Edinburgh, Oliver and Boyd. 407 p.
56. HARRIS, W.; LAZENBY, A. 1974. Competitive interaction of grasses with contrasting temperature responses and water stress tolerances. Australian Journal of Agricultural Research. 25 (2): 227-246.
57. HEITSCHMIDT, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. Journal of Range Management. 40: 216-223.
58. HODGSON, J. 1984. Sward conditions, herbage allowance and animal production: an evaluation of research results. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 44: 99-104.
59. _____.1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
60. HOLT, E. C. 1956. Dallisgrass. Texas Agricultural Experiment Station. Boletín Técnico no. 829. 14 p.
61. INSTITUTO NACIONAL DE SEMILLAS (INASE). 2012. Catálogo. (en línea). Montevideo. Consultado feb. 2012. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/PubForrajeraPeriodo2011.pdf
62. 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.
63. JOHNS, G. G. 1974. A soil water use relationship for incorporation in model simulation of dryland herbage production. In: International Grassland Congress (12th., 1974, Moscow). Proceedings. s.n.t. cap. 2, pp. 659-666.
64. KEMP, D. R.; DOWLING, P. M. 2000. Towards sustainable temperate perennial pastures. Australian Journal of Experimental Agriculture. 40 (2): 125-132.

65. KLOSTER, A.; LATIMORI, N.; AMIGONE, A.; GHIDA DAZA, C. 2003. Invernada de alta producción sobre pasturas de alfalfa. (en línea). Marcos Juárez, INTA. Consultado 14 nov. 2011. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/invernada_o_engorde_pastoril_o_a_campo/38-alta_produccion.htm
66. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
67. 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.
68. MARASCHIN, G.E. 2001. Gramas batatais, forquilha e bahiagrass. In: Simpósio sobre Manejo da Pastagem (17th., 2000, Piracicaba, Brasil). Proceedings. Piracicaba, FEALQ. pp. 217-229.
69. 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.
70. MILLOT, J. C. 1991. Manejo del pastoreo y su incidencia sobre la composición botánica y productividad del campo natural. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 68-70 (Serie Técnica no. 13).
71. MOLITERNO, E. A. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento de mezclas forrajeras en su primer año. Agrociencia (Montevideo). 1 (1): 40-52.
72. 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.

73. 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).
74. MURSAN, A.; HUGHES, T. P.; NICOL, A. M.; SUGIURA, T. 1989. The influence of sward height on the mechanics of grazing in steers and bulls. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 49: 233-236.
75. NABINGER, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14^o, 1997, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado. Piracicaba, Brasil, ESALQ. pp. 213-251.
76. 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).
77. OTONDO, J.; CICCHINO, M.; CALVETTY, M. 2008. Mezclas base alfalfa en un sistema de invernada de la Cuenca del Salado. (en línea). Rauch, INTA. Consultado 14 nov. 2011. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_cultivadas_alfalfa/115-Alfalfa.pdf
78. PARSONS, A. J.; PENNING, P.D. 1988. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. Grass and Forage Science. 43 (1): 15-27.
79. _____; HARVEY, A.; WOLEDGE, J. 1991. Plant-animal interactions in a continuously grazed mixture. 1. Differences in the physiology of leaf expansion and the fate of leaves of grass and clover. Journal of Applied Ecology. 28: 619-634.
80. 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.

81. PEREIRA, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar? Revista Plan Agropecuario. no. 122:37.
82. PICASSO. 2010a. Catalogo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado dic 2011. Disponible en http://www.picasso.com.ar/descripcion_festuca.php
83. _____. 2010b. Catalogo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. Consultado dic 2011. Disponible en http://www.picasso.com.ar/descripcion_ryegrassperenne.php
84. PINEIRO, J.; HARRIS, W. 1978. Performance of mixtures of ryegrass cultivars and prairie grass with red clover cultivars under two grazing frequencies. I. Herbage production in the establishment year. New Zealand Journal of Agricultural Research. 21: 83–92.
85. PIZARRO, E. A. 2000. Potencial forrajero del genero paspalum. Pasturas Tropicales. 22 (1): 38-46.
86. PRISTCH, O. M. 1976. Evaluación del potencial productivo de semillas de Trébol blanco en el área de la Estanzuela. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. 7: 24-28.
87. RAYMOND, W. F. 1964. The efficient use of grass. The Proceedings of the Nutrition Society. 23: 54-62.
88. 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).
89. SAIBRO, J.C. 1980. Forrageiras tropicais recomendadas para o Rio Grande do Sul. In: Seminário sobre Pastagens; de que Pastagens Necesitamos (1ª., 1980, Porto Alegre, Brasil). Trabalhos apresentados. Piracicaba, FEALQ. pp. 99-116.
90. 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.

91. SANTIÑAQUE, F. 1979. Estudios sobre la productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 86 p.
92. _____; CARÁMBULA, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. Investigaciones Agronómicas. 2: 16-21.
93. SHNEITER, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. En: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina) Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
94. SKERMAN P.J.; RIVEROS F. 1992. Gramíneas tropicales. Roma, FAO. 849 p. (Producción y protección vegetal no. 23).
95. SMETHAM, M .L. 1973. Manejo del pastoreo. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas, Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 209-270.
96. 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.
97. 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.
98. THE STOCK FARMER. 2000. Rotación de pastoreo. (en línea). Buenos Aires, Argentina. s.p. Consultado 3 nov. 2008. Disponible en <http://www.imperiorural.com.ar/imperio/estructura/miriam%20archivos/Bovinos/rotaciondepastoreo.htm>
99. THOM, E. R. 2003. The place of *Paspalum* in New Zealand pastures. Revista Agropecuaria Producción Animal. 23 (3-4): 131-134.
100. TOLEDO, S. rev. 2007. Guía para la presentación de trabajos finales. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. Departamento de Documentación y Biblioteca. 23 p. Consultado 17 feb. 2010. Disponible en <http://biblioteca.fagro.edu.uy/files/Guia.pdf>

101. TOTHILL J.; HARGREAVES J.; JONES R. 1978. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. CSIRO. Tropical Agronomy. Technical Memorandum no. 8. 20 p.
102. VELASCO, M. E.; HERNÁNDEZ, A.; GONZÁLEZ, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. Técnica Pecuaria en México. 43 (2): 247-258.
103. WALDO, D. 1986. Effect of forage quality on intake and forage - concentrate interaction. Journal of Dairy Science. 69 (2): 617-631.
104. WALES, W. J.; DOYLE, P. T.; DELLOW, D. W. 1998. Dry matter intake, nutrient selection by lactating cows grazing irrigated pastures at different pasture allowances in summer and autumn. Australian Journal of Experimental Agriculture. 38 (5): 451-460
105. WATSON, H.; WARD, C. 1970. Influence of intact tillers and height of cut on regrowth and carbohydrate reserves in Dallisgrass (*Paspalum dilatatum* Poir). Crop Science. 10: 474-477.
106. ZANONIANI, R. 1999. Algunas alternativas para mejorar la productividad de nuestras pasturas naturales. Cangüé. no. 15:13-17.
107. _____; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.
108. _____; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006a. Producción otoño-invernal del segundo año de raigrás según intensidad de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21^a, 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.
109. _____; BOGGIANO, P.; CADENAZZI, M.; SILVEIRA, D. 2006b. Evaluación de cultivares de raigrás bajo distintas intensidades de pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul. Grupo Campos (21^a, 2006, Pelotas). Trabajos presentados. Pelotas, EMBRAPA. s.p.

9. ANEXOS

ANEXO No. 1 CANTIDAD Y ALTURA DE FORRAJE DISPONIBLE Y REMANENTE

Cantidad de forraje disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DISP Kg./HA	16	0,15	0,00	20,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	288799,50	3	96266,50	0,73	0,5555
TRATAMIENTO	288799,50	3	96266,50	0,73	0,5555
Error	1589807,50	12	132483,96		
Total	1878607,00	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=458,71652

Error: 132483,9583 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	1557,75	4	181,99 A
Festuca, TB, Lotus	1859,50	4	181,99 A
Alfalfa, Dactilys	1868,50	4	181,99 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	1875,25	4	181,99 A

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

Altura del forraje disponible

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT DISP	16	0,14	0,00	22,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16,04	3	5,35	0,64	0,6022
TRATAMIENTO	16,04	3	5,35	0,64	0,6022
Error	99,84	12	8,32		
Total	115,88	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=3,63517

Error: 8,3200 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	11,40	4	1,44 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	13,30	4	1,44 A
Festuca, TB, Lotus	13,40	4	1,44 A
Alfalfa, Dactilys	14,10	4	1,44 A

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

Cantidad de forraje remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
REM Kg./HA	16	0,18	0,00	24,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	72782,69	3	24260,90	0,86	0,4885
TRATAMIENTO	72782,69	3	24260,90	0,86	0,4885
Error	338787,75	12	28232,31		
Total	411570,44	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=211,75611

Error: 28232,3125 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	604,00	4	84,01 A
Festuca, TB, Lotus	660,00	4	84,01 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	677,50	4	84,01 A
Alfalfa, Dactilys	789,75	4	84,01 A

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

Altura promedio del forraje remanente

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT REM	16	0,04	0,00	20,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,79	3	0,26	0,19	0,9034
TRATAMIENTO	0,79	3	0,26	0,19	0,9034
Error	16,86	12	1,40		
Total	17,64	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,49372

Error: 1,4048 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Alfalfa, Dactilys	5,55	4	0,59 A
Festuca, TB, Lotus, Pn	5,58	4	0,59 A
Festuca, TB, Lotus	5,95	4	0,59 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	6,05	4	0,59 A

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

ANEXO No. 2 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Gramíneas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
GRAM %	16	0,83	0,79	15,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2569,69	3	856,56	19,28	0,0001
TRATAMIENTO	2569,69	3	856,56	19,28	0,0001
Error	533,25	12	44,44		
Total	3102,94	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,40113

Error: 44,4375 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	34,25	4	3,33 A
Festuca, TB, Lotus	36,50	4	3,33 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	39,75	4	3,33 A
Alfalfa, Dactilys	65,75	4	3,33 B

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

Leguminosas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LEG%	16	0,91	0,89	10,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2577,19	3	859,06	41,95	<0,0001
TRATAMIENTO	2577,19	3	859,06	41,95	<0,0001
Error	245,75	12	20,48		
Total	2822,94	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=5,70320

Error: 20,4792 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Alfalfa, Dactilys	22,00	4	2,26 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	50,00	4	2,26 B
Festuca, TB, Lotus, Pn	51,50	4	2,26 B
Festuca, TB, Lotus	52,25	4	2,26 B

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

Malezas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MALEZA%	16	0,20	1,4E-03	69,53

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	53,69	3	17,90	1,01	0,4233
TRATAMIENTO	53,69	3	17,90	1,01	0,4233
Error	213,25	12	17,77		
Total	266,94	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=5,31272

Error: 17,7708 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pd	3,75	4	2,11 A
Alfalfa, Dactilys	5,25	4	2,11 A
Festuca, TB, Lotus	6,50	4	2,11 A
Festuca, TB, Lotus, Pn	8,75	4	2,11 A

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

Restos secos

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RS %	16	0,26	0,07	23,82

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	8,25	3	2,75	1,40	0,2895
TRATAMIENTO	8,25	3	2,75	1,40	0,2895
Error	23,50	12	1,96		
Total	31,75	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1,76362

Error: 1,9583 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	5,25	4	0,70 A
Festuca, TB, Lotus	5,25	4	0,70 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	6,00	4	0,70 A
Alfalfa, Dactilys	7,00	4	0,70 A

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

ANEXO No. 3 FORRAJE DESAPARECIDO Y UTILIZACIÓN

Forraje desaparecido

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
DES Kg./HA	16	0,21	0,01	20,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	164483,00	3	54827,67	1,06	0,4014
TRATAMIENTO	164483,00	3	54827,67	1,06	0,4014
Error	619525,00	12	51627,08		
Total	784008,00	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=286,35286

Error: 51627,0833 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	953,75	4	113,61 A
Alfalfa, Dactilys	1078,75	4	113,61 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	1197,75	4	113,61 A
Festuca, TB, Lotus	1199,75	4	113,61 A

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

Porcentaje de utilización

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% UTIL	16	0,45	0,31	10,43

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	362,19	3	120,73	3,25	0,0599
TRATAMIENTO	362,19	3	120,73	3,25	0,0599
Error	445,75	12	37,15		
Total	807,94	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=7,68100

Error: 37,1458 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Alfalfa, Dactilys	50,50	4	3,05 A
Festuca, TB, Lotus, Pn	59,00	4	3,05 B
Festuca, TB, Lotus, Pd	62,00	4	3,05 B
Festuca, TB, Lotus	62,25	4	3,05 B

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

ANEXO No. 4 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

Producción de forraje promedio y por estación (Kg MS)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC AJUS	16	0,16	0,00	22,17

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4159283,19	3	1386427,73	0,73	0,5512
TRATAMIENTO	4159283,19	3	1386427,73	0,73	0,5512
Error	22649963,25	12	1887496,94		
Total	26809246,44	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1731,43366

Error: 1887496,9375 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	5337,25	4	686,93 A
Alfalfa, Dactilys	6302,75	4	686,93 A
Festuca, TB, Lotus	6538,50	4	686,93 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	6612,75	4	686,93 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC AJUSTADO PRIMAVERA	16	0,21	0,01	19,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2121230,26	3	707076,75	1,07	0,3987
TRATAMIENTO	2121230,26	3	707076,75	1,07	0,3987
Error	7937399,37	12	661449,95		
Total	10058629,63	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=1024,97016

Error: 661449,9474 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, Blanco, Lotus, P...	3689,92	4	406,65 A
Festuca, Blanco, Lotus, P...	4121,72	4	406,65 A
Festuca, Blanco, Lotus	4475,99	4	406,65 A
Alfalfa, Dactilys	4637,92	4	406,65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
CREC AJUSTADO INVIERNO	16	0,21	0,01	39,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1909636,90	3	636545,63	1,06	0,4014
TRATAMIENTO	1909636,90	3	636545,63	1,06	0,4014
Error	7192069,56	12	599339,13		
Total	9101706,46	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=975,66123

Error: 599339,1301 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, Blanco, Lotus, P...	1647,31	4	387,08 A
Alfalfa, Dactilys	1664,71	4	387,08 A
Festuca, Blanco, Lotus	2062,76	4	387,08 A
Festuca, Blanco, Lotus, P...	2491,08	4	387,08 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

ANEXO No. 5 TASA DE CRECIMIENTO

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
TC	16	0,14	0,00	22,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	78,68	3	26,23	0,63	0,6116
TRATAMIENTO	78,68	3	26,23	0,63	0,6116
Error	502,38	12	41,86		
Total	581,06	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=8,15431

Error: 41,8648 gl: 12

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
Festuca, TB, Lotus, Pn	24,83	4	3,24 A
Alfalfa, Dactilys	27,45	4	3,24 A
Festuca, TB, Lotus	29,90	4	3,24 A
Festuca, TB, Lotus, Pd	30,40	4	3,24 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

ANEXO No. 6 PRODUCCION ANIMAL

Ganancia media diaria para invierno y primavera

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia periodo invierno	20	0,19	0,04	44,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,32	3	0,11	1,27	0,3184
Tratamiento	0,32	3	0,11	1,27	0,3184
Error	1,34	16	0,08		
Total	1,65	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,31905

Error: 0,0835 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mezcla Festuca, TB, Lotus	0,49	5	0,13 A
Mezcla Alfalfa, Dactilys	0,58	5	0,13 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus, ..	0,75	5	0,13 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus, ..	0,80	5	0,13 A

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

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia promedio primavera..	20	0,47	0,37	11,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0,31	3	0,10	4,68	0,0157
Tratamiento	0,31	3	0,10	4,68	0,0157
Error	0,36	16	0,02		
Total	0,67	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,16520

Error: 0,0224 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mezcla Alfalfa, Dactilys	1,17	5	0,07 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus, ..	1,28	5	0,07 A B
Mezcla Festuca, TB, Lotus, ..	1,35	5	0,07 B
Mezcla Festuca, TB, Lotus	1,52	5	0,07 C

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

Ganancia promedio en kilos por animal para cada tratamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ganancia peso Kg.	20	0,22	0,07	13,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1755,64	3	585,21	1,51	0,2500
Tratamiento	1755,64	3	585,21	1,51	0,2500
Error	6200,00	16	387,50		
Total	7955,64	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=21,73607

Error: 387,5000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mezcla Alfalfa, Dactilys	135,70	5	8,80 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	147,40	5	8,80 A B
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	151,30	5	8,80 A B
Mezcla Festuca, TB, Lotus	161,90	5	8,80 B

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg totales del periodo	16	0,56	0,45	35,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	871,69	3	290,56	5,14	0,0163
Tratamiento	871,69	3	290,56	5,14	0,0163
Error	678,25	12	56,52		
Total	1549,94	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=9,47473

Error: 56,5208 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mezcla Festuca, TB, Lotus	4,75	4	3,76 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	20,25	4	3,76 B
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	22,00	4	3,76 B
Mezcla Alfalfa, Dactilys	22,75	4	3,76 B

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

Producción de PV en Kg para cada tratamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Kg/ha/trat	20	1,00	1,00	7,7E-08

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	36123,44	3	12041,15	51183105132717200,00	<0,0001
Tratamiento	36123,44	3	12041,15		sd sd
Error	3,8E-12	16	0,00		
Total	36123,44	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=0,00000

Error: 0,0000 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	586,80	5	0,00 A
Mezcla Alfalfa, Dactilys	606,20	5	0,00 B
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	616,00	5	0,00 C
Mezcla Festuca, TB, Lotus	698,10	5	0,00 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Peso promedio al fin e inicio del experimento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Kg (5-jul)	20	0,22	0,08	16,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1618,84	3	539,61	1,54	0,2425
Tratamiento	1618,84	3	539,61	1,54	0,2425
Error	5602,80	16	350,18		
Total	7221,64	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=20,66273

Error: 350,1750 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mezcla Alfalfa, Dactilys	105,70	5	8,37 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	107,00	5	8,37 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	123,70	5	8,37 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus	124,90	5	8,37 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,10)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso Kg (15-nov)	20	0,31	0,18	11,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6215,60	3	2071,87	2,43	0,1029
Tratamiento	6215,60	3	2071,87	2,43	0,1029
Error	13639,20	16	852,45		
Total	19854,80	19			

Test:LSD Fisher Alfa=0,10 DMS=32,23886

Error: 852,4500 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Mezcla Alfalfa, Dactilys	241,40	5	13,06 A
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	254,40	5	13,06 A B
Mezcla Festuca, TB, Lotus,..	275,00	5	13,06 B C
Mezcla Festuca, TB, Lotus	286,80	5	13,06 C

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

ANEXO No. 7 DATOS CLIMATICOS

PRECIPITACIONES (mm)			TEMPERATURA (°C)		
Mes	2011	Serie histórica 1980-2009	Mes	2011	Serie histórica 1980-2009
feb	211,1	125,5	feb	23,3	24
mar	54,6	137,8	mar	22,2	22,6
abr	148,8	158,8	abr	19,2	18,7
may	132,1	102	may	14,9	15,1
jun	116,8	68,3	jun	11,8	12,4
jul	95,5	56,1	jul	11,3	11,9
ago	190,8	55,3	ago	12,1	13,6
sep	44,2	71,5	sep	16,3	15
oct	205,0	121,3	oct	16,8	18,2
nov	131,8	123,1	nov	22,1	20,8